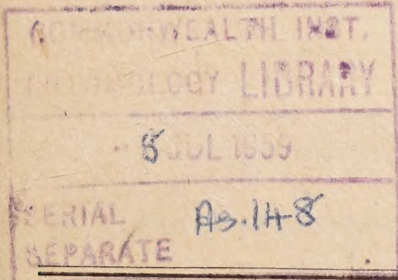
北海道農業試驗場彙報



第 74 号

昭 和 34 年 3 月

RESEARCH BULLETIN

OF THE

HOKKAIDO NATIONAL AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION

No. 74

March, 1959

Published by

The Hokkaido National Agricultural Experiment Station

Kotoni, Sapporo, Japan

北 海 道 農 業 試 験 場

札 幌 市 琴 似 町

目　次

CONTENTS

寒地における蜜蜂群の越冬に関する研究

I. 数種越冬要因の分析

関口喜一*・上田政喜*・石井力男*
坂上昭一**・赤平幸王**

STUDIES ON THE WINTERING TECHNIQUE OF BEE COLONIES IN NORTHERN DISTRICTS

I. ANALYSIS OF SOME WINTERING CONDITIONS

By. Kiichi SEKIGUCHI, Masaki UEDA, Rikio ISHII, Shoichi SAKAGAMI and Yukio AKAHIRA.

I まえがき

日本における養蜂は，その国土が南北 2,000 km という長さにひろがる地理的特長から，南地と北地との養蜂条件に大きな差がみられる（徳田 1947，'52)。

南北両地における養蜂状況を比較してみれば次表のごとくであろう。

月	南地	北地
1～2	越冬期にあたるが，2月末にはすでに産卵を始めている。	越冬期，蜂群は深い雪のなかに活動を停止している。
3～4	建勢期にあたり蜂群はヤナギ，ウメなどの早春の花に刺戟されて，さかんに育児を行い，蜂群の蕃殖がめざましい。また大蜜源ナタネが開花する。（4月）	3月中下旬に産卵を始め4月にはいつて融雪とともにようやく野外の活動を始めるが，越冬中における蜂群の精力消耗により"春べり"が顕著である。
5	レンゲ開花，流蜜最高潮に達し収蜜期にあたる。蜂群の集蜜増殖活動がもつとも旺盛なころ。	上旬ごろよりようやく蜂群が増勢し始める。下旬にナタネ開花。
6～9	蜜源花は急激に絶え，梅雨につづく酷暑のため，蜂群の衰弱が著しく，1時産卵育児を停止する。	ナタネ，クロバー，マメ類，シナノキ，ソバ，ハギなどの主要蜜源が次々と開花し，蜂群の集蜜繁殖がめざましい。
10～11	秋花の開花と気候の冷涼とによつて蜂群はかなり活気を呈するが，恢復が充分でないままに冬にはいる。	越冬準備期（10月） 越冬期
12	越冬期	越冬期

以上によつてわかるように，北方寒地における養蜂は5月から9月にかけて長期間の流蜜期を形づくつており，この間蜂群はよく児を育て蜜をあつめ，南方暖地のように越夏の困難による蜂群の衰弱がみられないという大きな利点をもつている。しかしながら反面，11月より4月の半年にわたる長くきびしい冬は，蜂群の盛衰を決定するもつとも重要な期間であり，最悪のばあい群は全滅におちいり，半減またはそれに近い損傷をうけることは例年珍らしくない。

寒地の蜂群越冬を処理する方法として，I. 蜂群を秋，南方に転送する，いわゆる交換飼育または越冬依託飼育による方法，II. 現地越冬による方法との2つに大別される。Iの方法について著者らは別に試験研究を行つており，合理的な経営法であるけれども，種々のあい路があるため，これを急速に普及させ，この法だけによつて越冬問題の解決をのぞむことは困難であろう。一方，IIの方法すなわち現在寒地の副業養蜂家が広く行つている現地における越冬は，前述のように毎年多くの損失をうけている

* 畜産部　家畜第2研究室
** 北海道大学理学部動物学教室

実情であつて，寒地における安全確実な越冬法の確立こそ，寒地養蜂振興上最大の問題であるといつても過言ではない。

寒地越冬法の研究には，越冬中蜂群を正常な状態にたもち，しかもその蜂群が春，充分な活動力を発揮できるような蜂量を維持することのできる有効な方法を見出すことが必要である。本報では，まず越冬におけるいくつかの対立要因をえらび，それぞれが蜂群の状態にいかに影響するかを試験し，さらに越冬期間中におけるミツバチ直腸内容物についての調査を行つた。

II 試験方法

蜜蜂群の越冬には，きわめて多くの環境要因が関与していることが考えられるが，本研究ではそれらのなかから次の4つの対立要因をえらび，16の蜂群について，それぞれいずれかについて対立するように蜂群の条件をととのえた。

1. 給餌条件：砂糖給餌 （A） 蜂蜜給餌 （B）
2. 群 構 成：合同群 （a） 非合同群 （b）
3. 外包条件：木 蓋 （X） 麻布蓋 （Y）
4. 巣箱内空間：つぎ箱 （x） 単 箱 （y）

以上の4つの組合せによつて各群の条件をあらわすこととする。これら諸条件について次に簡単に説明する。

1. 給餌条件 （砂糖給餌と蜂蜜給餌）

蜂群の越冬飼料としては，自然有蓋貯蜜をもつて理想とされるが，実際問題としては，有蓋貯蜜巣をじゆん沢に生産準備することを困難とする場合が多いので，普通秋に，砂糖液または蜂蜜をあたえ巣房に貯えさせて越冬中の餌料とする。

越冬餌料として砂糖または蜂蜜のどちらが蜂群にとつて有効であるかについては，養蜂家のあいだに諸説まちまちで，ある者は砂糖をもつて蜂群の最良の越冬餌料であると主張し，反対にハチの自然の食料である蜂蜜が理想的であると主張するものもいる。

この試験で，砂糖（普通太白といわれるもの）1に対して水1の割の重量比で加熱溶解したもの（比重1.23）を枠型給餌器にいれて10月12日より同18日までのあいだに6回にわけてハチに吸摂貯蜜させた。また蜂蜜は同じ期間に同様枠型給餌器によつて給与した。

給与量は砂糖液，蜂蜜ともに群により4～8kgであり，これにより越冬初期の各群貯蔵食料はほぼ等量となつている。

2. 群構成 （合同群と非合同群）

弱少群，無王群あるいはその他特ち群の整理などの必要から，越冬前に蜂群相互を合同することがしばしば行われる。越冬に不利とされている弱少群は他群との合同によつてより強群に仕立てることができ，無王群は合同によつて完全な蜂群として生かすことができる。しかしそれぞれの蜂群はお互いに独立したものであり，独自のいわゆる“群風”をもつものである。このような蜂群相互を人為的にいきなり1つの群にまとめて冬にはいらせるということは，形の上では1つの群としてまとまつたことにはなるけれども，複雑な個体間の諸干渉からお互いに相ゆう和しているかどうかが問題となる。これが越冬前の蜂群の合同は越冬成績に対して好しくないという説が生ずるゆえんである。

それでこの試験において，8つの蜂群をお互いにまんべんなく混ぜあせて完全な合同群をつくつた。なおこの方法によつて同時に全供試群の蜂量は6～7枚群（約20.000匹）とほぼひとしくされた。

3. 外包条件 （木蓋と麻布蓋）

蜂群の越冬において関係湿度が大切な要因であることは，各方面からいわれているが，具体的な研究はまだ少ない。

蜂群は越冬中巣箱のなかで糖類をとり，これを水と炭酸ガスとに分解して呼吸する関係上自然に水分を発散し，これは湿りとなつてその多くが巣箱のなかにとどまる。とりわけてなにかの悪条件によつて，蜂群が越冬中に強くさわぐことがあれば，巣内における湿気の発生はとくにはなはだしく，越冬明に巣箱の蓋をとるとき，蓋の内側がビッショリとぬれて水滴がおち，巣脾にひどいカビが生じていることが珍しくない。

この巣箱の湿りを排除することは，越冬群の衛生状態を良好にたもつためにもつとも大切なことである。従来越冬群の巣箱は普通木蓋をおおい，換気はわずかに巣門を通じて行われるだけである。それで湿気排除の一法として，巣箱に普通の木蓋の代りに麻布(麻袋を2つ折にしたもの)をおおい，木蓋をおおつたものと比較した（麻布は取扱いの便宜上巣箱に隔王板をかさね，その上に覆いかぶせた。）（第2図参照）もちろんこれは単なる一具体案であつて，X－Yがそのまま位，高湿に対応するか否かは別の問題である。ここでは単にこの2つの方法のいづれかがより有効かをしらべた。

4. 巣箱内空間 （つぎ箱と単箱）

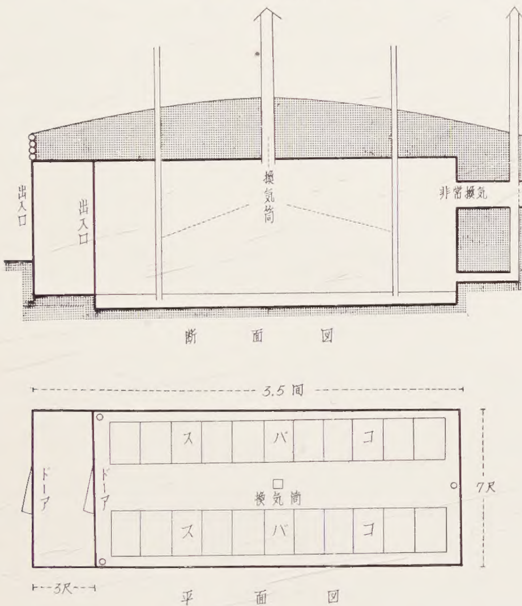
巣箱内における空間の大小は，越冬中の温度と湿度の調節に影響する可能性が考えられ，また養蜂家のあいだにも越冬中巣箱の下方に空間を設けた方がよいとの説が行われているので，この点を検討するためこの条件をとりあげた。すなわち空間を大きくした群は，つぎ箱をかさねて2段として，上室に蜂群を収め，下室は全く空室とした。空

間をすくなくした群は，単箱に蜂群を収め，巣脾を中央部にまとめ，両側にわずかの空間があるだけである。

供試群はすべて越冬舎（第1図）にいれた。越冬舎は蜂場に一隅に落葉松の丸太でつくられた7尺×21尺，高さ6.5尺の半地下室である。周囲の上面（出入口のある東側面をのぞいて）は1～2尺の土盛りをしたアナグラのようなもので，床は室内の地面より約5寸の高さに板ばりとし，出入口は二重ドアとした。室内の換気をはかるために各所に合計6本の換気筒を設け，外に西側面に1.5尺×1尺の非常換気窓を設けた。これはふだんは戸を閉じておくが，越冬末期において生じやすい蜂群の騒擾に伴う室内の高温のさい，開放して外界の冷気を室内に送つて冷却し，蜂群を安静にもどすのに有効である。

この越冬舎に11月24日，供試群を他の一般蜂群とともに搬入，蜂群を第3図のように配置した。蜂群は2段1例に置き，下段のものは巣箱を床上の高さ3寸の角材の上におき，上段のものは棚をつり，その上に巣箱をおいた。（第2～3図参照）

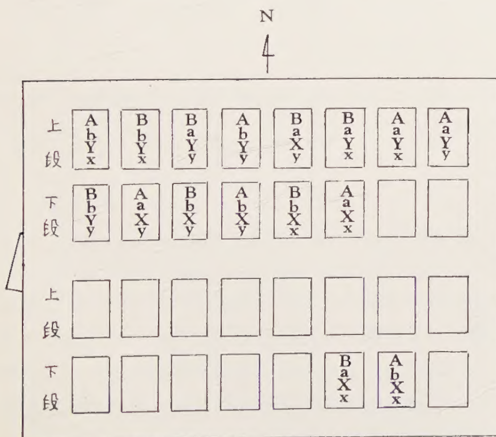
蜂群はおおむね室内に安静にすごし，翌春3月16日午前に排糞のため全蜂群を蜂場に搬出した。そのさい全群を内検し，巣内の清掃，巣脾の整理などそれぞれ必要な手当を加え春の増殖にそなえた。この日をもつて事実上越冬はおわつたのであるが，便宜上蜂群の排糞で当日午後，蜂群を再び越冬舎にもどし，4月9日に本格的に野外に出し



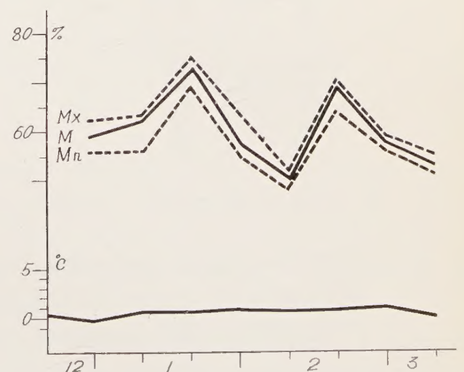
第1図　蜜蜂越冬舎略図



第2図　越冬舎における供試群の1部



第3図　越冬舎における供試群の配置



第4図
越冬舎における平均温度（下方）と湿度

第 1 表　　供　試　群

調査番号	調査月日	調査事項	Aa Xx	Aa Xy	Aa Yx	Aa Yy	Ba Xx	Ba Yx	Ba Yy
1	12.20	巣箱重量	27,520	19,900	25,320	23,200	25,380	24,000	22,460
		巣内死蜂数	182	93	219	61	215	229	74
		死蜂総数	203	109	226	64	331	244	129
		蜂球位置	前・上	中・中	後・上	中・下	前・上	中・中	中・下
		動静	−	++	−	−	−	−	+
2	12.25	巣箱重量	26,520	18,780	24,500	19,560	24,640	23,240	21,720
		巣内死蜂数	304	113	156	100	227	217	72
		死蜂総数	321	136	173	112	242	235	109
		蜂球位置							
		動静							
3	1.10	巣箱重量	25,820	17,980	23,900	18,860	23,940	22,600	21,080
		巣内死蜂数	398	230	162	141	208	196	85
		死蜂総数	511	259	174	147	240	227	179
		蜂球位置	中・中	中・中	後・中	中・後	前・上	中・中	中・中
		動静	+	+	−	++	−	−	++
4	1.25	巣箱重量	24,900	16,960	23,320	17,160	23,160	21,860	19,900
		巣内死蜂数	643	175	159	168	209	228	48
		死蜂総数	799	265	168	173	244	256	218
		蜂球位置							
		動静							
5	2.15	巣箱重量	23,680	15,100	22,540	17,040	22,160	20,640	19,000
		巣内死蜂数	1,550	1,321	175	123	370	419	345
		死蜂総数	1,646	1,462	181	139	439	448	381
		蜂球位置							
		動静							
6	2.25	巣箱重量	22,620	fall	22,100	16,660	21,700	20,140	17,760
		巣内死蜂数	1,774		84	88	217	206	79
		死蜂総数	1,877		96	93	238	249	260
		蜂球位置	中・中		中・上	中・上	前・中	前・上	
		動静	+		++	−	−	++	−
7	3.10	巣箱重量	21,540		21,340	16,160	20,900	19,220	17,080
		巣内死蜂数	240		541	212	197	128	136
		死蜂総数	285		545	229	223	210	314
		蜂球位置	上		中	中	中	上・右	上
		動静	+		+	−	+	+	+
8	3.16	巣箱重量	fall		21,150	15,760	20,520	18,700	16,650
		巣内死蜂数			75	70	144	138	115
		死蜂総数			81	92	147	151	171
		蜂球位置							
		動静							
9	3.25	巣箱重量			20,300	14,120	16,820	18,380	? 17,320
		巣内死蜂数			82	305	248	121	121
		死蜂総数			98	315	293	180	632
		蜂球位置							
		動静							
	越冬成績指数		0.586	0.812	0.303	0.224	0.391	0.414	0.401

備考：蜂球位置は巣箱の蓋をのぞき巣外よりの観察による。
　　動静は巣内においてハチが静かである（−）か，さわいでいる（+）かの状態。
　　*印は蜜切による給餌。

た。

越冬舎における試験期間中の温度と湿度は第 4 図のとおりで，大体蜂群にとつて理想的な状態を維持している。

調査は初め大体 2 週間おきに，のちやや期間をのばし次の各項目について行つた。

1）**死蜂量**　巣箱の外にはい出している個体と，巣

の　経　過

Bb Xx	Bb Xy	Bb Yx	Bb Yy	Ab Xx	Ab Xy	Ab Yx	Ab Yy	Ba Xy
22,600 101 111 前・上 +	23,700 129 164 前・下 ++	27,200 174 182 前・下 −	21,280 252 274 前・上 +	25,760 216 236 中・中 +	22,460 59 87 前・中 ++	23,310 165 173 前・上 −	15,500 230 233 中・中 −	20,600 204 236 中・下 −
21,360 165 208	22,980 275 361	26,100 214 236	20,540 248 316	25,220 230 262	21,180 120 134	22,480 292 315	14,920 217 226	19,980 165 184
20,380 263 267 後・中 +	22,100 143 304 前・中 ++	25,320 213 217 中・下 −	19,800 258 348 前・上 +	24,400 185 245 前・上 +	20,480 85 90 中・中 +	22,140 222 243 前・上 −	14,300 109 111 後・中 +	19,480 275 304 前・中 −
19,500 358 410	21,240 180 213	24,600 306 333	18,300 408 574	24,340 150 179	19,860 54 60	21,680 230 241	13,900 109 113	18,840 162 178
18,040 1,275 1,300	19,720 400 459	23,240 297 458	14,240 3,803 4,213	23,800 169 230	19,100 80 151	21,000 357 399	13,280 201 271	18,140 245 298
17,000 1,556 1,786 中・中 ++	18,820 240 285	22,560 232 266 中・下 ++	fall	23,220 92 223 中・中 −	18,600 67 75 後・上 ++	20,700 187 208 上・前 +	13,000 196 212 前・上 −	17,880 122 129 前・上 −
2,691 2,991 上 ++	* 19,620 358 736	21,420 264 293 上・右 +		23,100 264 356 中 +	18,040 57 91 上・中 +	20,240 309 349 前・上 +	* 14,500 436 504 前・上 +	17,340 240 293 中 +
?18,000 1,135 1,274	18,820 374 492	20,850 148 165		23,030 229 250	17,760 13 33	20,000 147 172	13,020 167 192	17,010 71 85
16,740 1,228 1,314	?19,000 332 518	19,840 280 347		21,900 335 368	?19,260 98 106	19,260 98 106	?14,240 300 346	16,200 125 135
0.767	0.538	0.538	1.309	0.274	0.159	0.310	0.315	0.269

箱内（底板上）に死んでいる個体とをべつにかぞえた。（このために供試群の巣門のところに金アミ枠をとりつけ（第2図参照）ハチが巣箱の外にとびださないようにし，金アミ枠のなかで死んでいるものは巣箱外の死蜂とした。ただ金アミ枠の外にでた個体も一部あつたが，これらは除外した。）

2）巣箱の重量　巣箱を1つごとに台秤上において測定した。

3）群の状態　蜂群が巣内で静かであるか，またはさわいでいるか，蜂球の巣内における位置および越冬末期においては貯蜜量の程度をしらべた。なお蜜切れにさいしては適宜給餌を行つた。これは第1表に＊印で示してあ

る。

次に越冬期間中におけるミツバチの直腸内容物の大小は蜜蜂群の越冬成績にきわめて大きな関係をもつものと考えられる。すなわち従来経験的に越冬中にさわぎのひどい蜂群ほど成績が不良で，静穏な蜂群は成績良好であるといわれているが，さわぎやすいハチは腸が内容物でぼう張して糞ずまりの状態にあるものが多いようで，これに反して静かな群のハチは腸の内容が少なくて体が軽いことがみとめられる。また越冬明における排糞飛翔のさいに，越冬成績不良の蜂群は，巣外にとび立つて排糞することが容易でなく，なかにはとび立つてもまもなく雪上に落下してそのままとび上ることができずに凍死するものが多い。これは腸の内容物が多く体の重いせいであろう。これに反して越冬成績良好の群は，そのさい巣外に容易にとび立つて排糞し，雪上におちるものが少ない。これは腸の内容が少なくて体がかるいせのであると考えられる。

以上の理由により越冬蜂群の直腸内容物の大きさ，重量および色を調べて越冬状態との関係を知らんとして，標準越冬群について調査を行つた。

直腸の大きさはⅠ～Ⅳの4段階にわけ，色も黄，黄褐，褐，濃褐色の4段階にわけた。各調査日に約100匹づつを越冬群より無作意にえらび出して解剖し，直腸内容をこの段階にあてはめ，次に直腸そのものをきりとり，これを生のまま重量と乾燥重量とを化学天秤で測定した。個体差による重量の変動をできるだけのぞくために，同時にそれらの個体の頭部をきりとつて乾燥重量をもとめ，これと直腸の重量の比より結果を考察した。

この調査に供した蜂群は，11月1日 蜂量2,160 g（蜂児はなし）であつた。

III 結　　果

試験の結果は第1表に示した。供試群のなかには途中で全滅した3群（Aa Xy，Bb Yy，Aa Xx）をのぞいて，他は全群3月 16 日，好天の日を利用して越冬舎外にはこび出して解放，残雪上の脱糞飛翔に成功し，蜂群の越冬に終止符がうたれた。

今，試験期間中における各群の死蜂量と貯蜜消費量とについて各条件の影響いかんを検討してみたい。

各群の死蜂量及び貯蜜消費量の経過は第5図に示したとおりである。

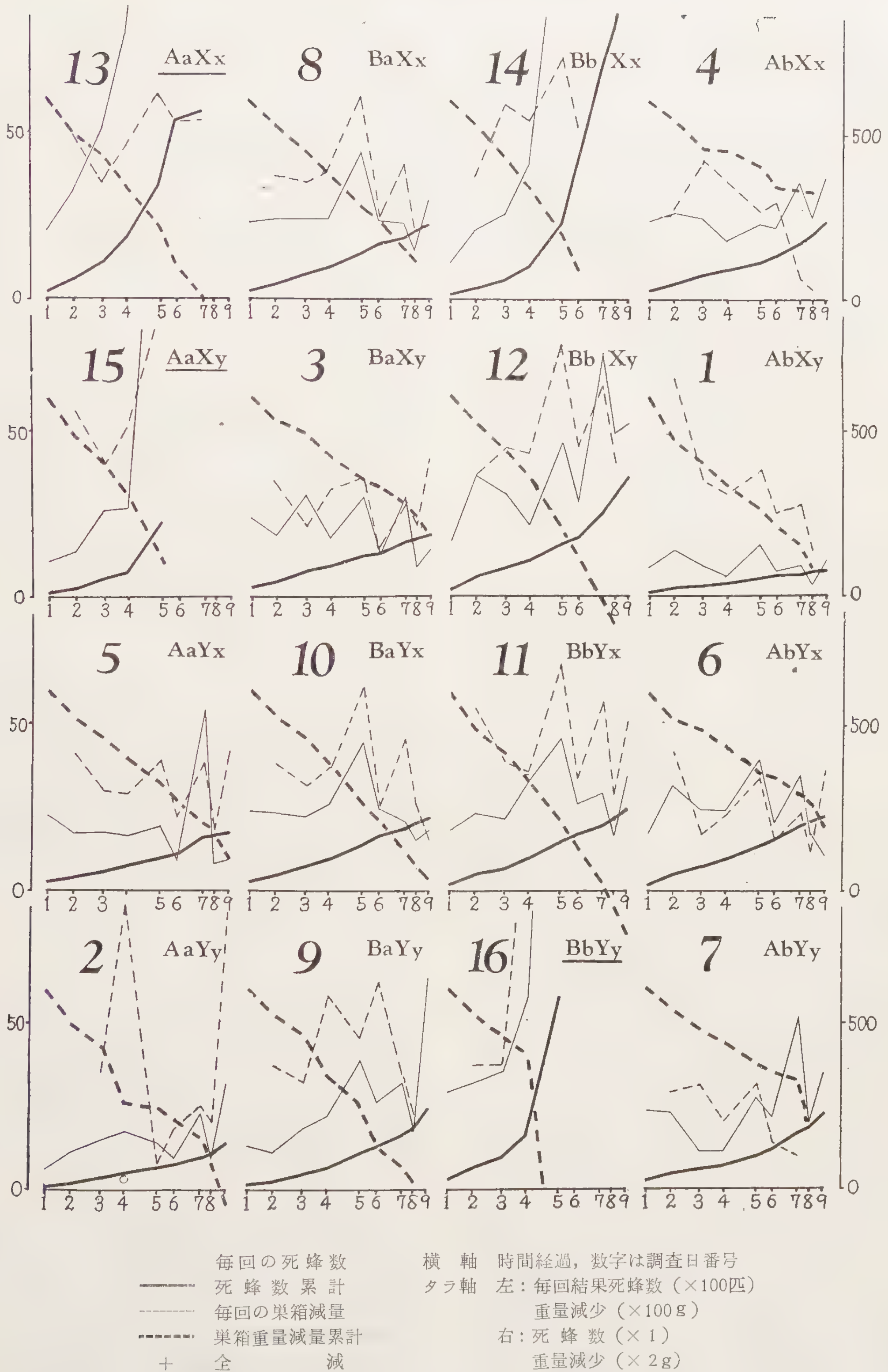
第4図において4つの要因を各群についてそれぞれ対立させて示してあるが，累計 curve の経過からこれらの要因がとくにいちじるしく越冬成績を左右することがなかつたということがみとめられる。この点を明確にするために，各群における累計curveの交点を越冬成績指数(index of successful wintering）としてもとめてみた。すなわち第5図における死蜂数累計と消費量累計の両曲線の交点の縦，横座標を p，q とする。（p…左側，縦軸 scale による。q… 横軸 1～9を 54 とおき，その目もりでとる。）この場合，p がちいさいほど死蜂数がすくなく，かつ q が大きいほど貯蜜消費量がすくない，すなわち蜂群の energy loss が少ないことを意味し，従つて越冬指数 $I=\frac{p}{q}$ が少なくなるほど越冬成績は良好と考えられる。

I の値を各条件ごとに示すと次のようになる。なおこの指数にもとづく各群越冬成績の可否の順序（指数の大きさの順序の逆）は第5図にイタリツクで示した。

第 2 表　越冬時のミツバチ直腸内容物の測定

調査番号	調査月日	大きさ					色					重量（1匹）mg			重量比		
												直腸		頭			
		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	平均値*	黄色	黄褐色	褐色	濃褐色	平均値*	a 生の重量	b 乾燥重量	c 乾燥重量	a/b	a/c	b/c
1	12.18	7	64	27	2	2.24	0	25	75	0	2.75	15.111	2.428	3.364	6.22	4.49	0.72
2	12.26	5	54	35	6	2.42	0	30	70	0	2.70	17.533	2.874	3.434	6.10	5.11	0.84
3	1.10	0	40	50	8	2.62	0	67	33	0	2.33	14.725	3.390	3.455	4.34	4.26	0.98
4	1.23	0	45	49	6	2.61	0	59	41	0	2.41	17.085	3.371	3.507	5.07	4.87	0.96
5	2. 6	0	36	54	10	2.74	1	48	45	6	2.56	11.267	3.938	3.400	2.84	3.31	1.16
6	2.19	0	50	42	7	2.54	0	22	73	4	2.79	28.398	4.433	3.485	6.40	8.15	1.27
7	3. 4	0	30	63	7	2.77	1	23	68	8	2.83	23.470	5.025	3.505	4.65	6.70	1.43
8	3.16	0	5	51	23	3.22	0	9	58	12	3.04	34.850	5.273	3.163	6.42	10.92	1.66
9	3.19	39	37	15	9	1.94	14	43	40	3	2.32	16.600	2.210	3.579	7.50	4.64	0.62

* いずれも4つの段階にそれぞれ 1，2，3，4 の整数値をあたえ，その平均を出した。


13 AaXx
8 BaXx
14 Bb Xx
4 AbXx
15 AaXy
3 BaXy
12 Bb Xy
1 AbXy
5 AaYx
10 BaYx
11 BbYx
6 AbYx
2 AaYy
9 BaYy
16 BbYy
7 AbYy
50
0
500
1 2 3 4 5 6 7 8 9
毎回の死蜂数
死蜂数累計
毎回の巣箱減量
巣箱重量減量累計
+ 全減
横軸 時間経過，数字は調査日番号
タテ軸 左：毎回結果死蜂数（×100匹）
重量減少（×100g）
右：死蜂数（×1）
重量減少（×2g）

第 5 図　供試群の経過

	A	B	a	b	x	y	X	Y
Iの平均値	0.373	0.578	0.425	0.526	0.448	0.503	0.475	0.477
t-value	1.468		0.686		0.371		0.015	
	$0.1 > p > 0.2$		$p > 0.5$		$p \gg 0.5$		$p \gg 0.5$	

$p=0.5$ (d.f−14) の t-value＝2.145

各対立条件下でのIの平均値を t-test した結果，いずれにも有意差はみられない。従つてこれらの要因は，いずれも越冬成績の結果に決定的な役割を演ずるとは思われない。ただし t-value の比較的大きい A—B すなわち砂糖給餌が蜂蜜給餌かという問題は，標本数を大くとれば，有意差を示す可能性がないとはいえない。

次に越冬期間中にする蜜蜂直腸内容物の測定の結果を要約したものは第2表のとおりである。

直腸の大きさは，その平均値が示すように越冬期間中に次第に増大し，越冬明における排糞により急激に減少する。その内容の色も初めの黄色より次第に黄褐色をおびて排糞時直前には褐色となり，そしてその15%の個体が濃褐色を呈し，排糞ごに黄褐色にもどる。

この直腸内容の大きさに比例してその生の重量及び乾燥重量も越冬期間中増大する。表中 a/c, b/c は各個体差を補正した比であるが，排糞ごの直腸の状態はほぼ越冬前にもどつていることがわかる。

IV 考　　察

以上のごとく調査したすべての要因についてとくに有意の差がみとめられなかつた。ことに X—Y すなわち木蓋と麻布蓋との差は全くみとめられないことはむしろ意外である。従来より越冬中の巣箱内の湿気を上面より排除しようとする考えから，種々の工夫がされているが，この試験の結果からいえば再検討の必要があろう。

a, b；x, y，すなわち合同群と非合同群および空間の大（つぎ箱群）小（単箱群）については，この結果からはなんともいえないが，すくなくとも越冬成績を大きく左右する要因とはみとめられない。

さいごに，A：B（砂糖給餌と蜂蜜給餌）であるが，これは上記のようにもし例数がませばあるいはかなりの意味をもつ要因となるかもしれない。その原因にはいろいろ考えられるが，その1つとして蜂蜜中には自然に花粉などの微小固形成分がふくまれており，これが越冬中のハチの直腸にたまるとき，空気中に飛翔中のみ腹圧によつて排糞しうるというミツバチの生理的特性から，ある程度糞づまりの原因となる可能性があり，これに反して糖液のばあい，固形物のない純粋の糖分である関係上，完全に燃焼されて腸内に固形物がたまることがすくないので，生理的にハチに対して好ましいのではないかと考えられる。

次に越冬期間中のミツバチ直腸内容物について，越冬後期になるにつれて重量が増し，色が濃褐をおびてくることが判明したが，こういう状態にすすむにつれて，蜂群の騒擾程度が高くなることが観察されたが，腸内容物の増加はハチに“糞づまり”の結果となり越冬蜂群にとつて生理的に好ましくないことであることは明らかである。越冬蜂の腸内容物の多少は，当然餌料の良否が大いに関係するであろう。前述の砂糖と蜂蜜給餌とのどちらがよいかの問題もこれと関連して追求すべきであろう。

第2表中の重量比 a/b は，直腸内容の固形成分の量を意味するが，これは越冬期間中，大きさと重量の増加，および黄色から褐色への色のこくなること相関関係はみられない。これは直腸への貯蔵量が増加しても脱水されることなく，かつ色の変化は越冬後期にすすむにつれて腐敗臭がつよくなることと関連して，一種の醱酵のような分解作用による可能性が考えられる。また排糞後この比がとくに著しく高いのは水分の含有量が大であり，そしてその時期の直腸の大きさと色の調査から，短時日に急速に貯められた点よりみて，さかんな花粉の摂取が行われているものと考えられよう。

寒地における蜂群の越冬には各種の無機的および有機的要因が影響をあたえる。その大要は GROUT (1949)，PHILLIPS (1949), ROOT & ROOT(1950)および日本では徳田（1947），関口(1949) によつてまとめられている。しかし各要因がいかにして蜂群に影響し,またその作用を規正し，越冬明に蜂群を最良条件にたもつかについては，なお今後の研究によらなければならない。この報告はまだ不完全なものではあるが，その第1報をなすものであり，以後各種条件についての試験をこころみる予定である。

V 摘　　要

寒地における蜜蜂群の越冬について，給餌条件（砂糖液給餌と蜂蜜給餌），群構成（合同と非合同），外包条件（木蓋と麻布蓋）および巣箱内空間（つぎ箱と単箱）の4つに対立要因をえらんで，それぞれが16の蜂群についていかに影響するかを試験し，さらに越冬期間中における1蜂群中のミツバチ直腸内容について調査を行つた。その結果は次のとおりである。

1. 砂糖液給餌群と蜂蜜給餌群とは他の対立要因に比して比較的 t-value が大であつたが，とくに有意差はみとめられない。また合同群と非合同群，木蓋群と麻布蓋群および空間の大なる2段群（下室空）と空間小なる単箱群とのあいだにはいずれも有意の差がみられない。

従つてこれら4つの要因は従来養蜂家のあいだに信ぜられているように越冬成績を大きく支配する要素として考

えられない。

2. 越冬期間中におけるミツバチ直腸内容物を調査したところ，大きさと重量は次第に増大し，排糞時になつて急激に減少し，その色は黄色より次第に濃褐色をおび，排糞時黄褐色にもどる。これは越冬中摂食される食餌内にふくまれる不消化分の蓄積と関連した変化とみてよいであろう。

VI 参 考 文 献

1) Grout, R. A : (1949) : The Hive and Honey Bee. Hamilton.

2) Phillips, E. F. (1949) : Bee keeping, Rev. Ed., New York.

3) Root, A.I. and E. R. Root (1950) : A.B.C. and XYZ of Bee Culture, Medina.

4) 関口喜一 (1949) : 寒地養蜂，札幌.

5) 徳田義信 (1949) : 最新蜜蜂の飼い方 (改訂版)，東京.

6) ——— (1952) : 日本における養蜂の現状と将來，畜産の研究，6，5.

Résumé

As the first attempt to determine the optimum wintering conditions of bee colonies in Hokkaido, northern Japan, the degree of successful wintering was measured with respect to the four following pairs of alternative conditions:

1. Feeding: With cane-sugar (A) vs. with extracted honey (B)

2. Mixing of different colonies: Mixed (a)vs. not mixed (b)

3. Top coverage: With an ordinary With a
doubled gunny wooden
hive lid vs. bag alone (Y)
(X)

4. Size of space in hive (Use of another empty hive body): Used (x) vs. not used (y)

To prepare all the possible combinations among these paired conditions, a total 16 colonies were used which were approximately similar in both number of bees and amounts of stored honey. In these colonies, the number of dead individuals and colony weight were measured successively at intervals of about 2 weeks or more.

As seen in Fig. 4, it is assumed that none of these alternatives affects crucially the colony activity. To detect the probable difference, the cross-point of two cumulative curves, namely, decrease of total weight and increase of dead individuals, was chosen as the index of successful wintering ($I=p/q$: p, q, Ordinate and abscissa of the cross-point respectively).

However, the statistical test of this index in each pair of conditions showed no significant difference in any of the cases, though it is not always improbable that the sugar-versus honey feeding might show a significant difference if the experiment was undertaken on a larger scale. Therefore, these paired conditions, with a probable exception of feeding conditions, seem not to play any critical role during wintering, though their significance must not be neglected completely.

Furthermore, the rectum-contents of wintering bees was examined successively at nearly the same intervals. During the period, size and weight of rectum increased gradually but decreased suddenly after spring evacuation. In parallel with these changes, the colour of rectum-contents varied from yellow to darkyellow-brown but again became lighter after evacuation. This change seems to correlate to the gradual accumulation of indigestable material in feces during wintering.

日本における緬羊の体測値と体重に関する生物統計学的研究

I．主要共進会出陳コリデール種緬羊の体測値と体重

堅田 彰* 武田 功*

BIOMETRIC STUDY ON THE BODY MEASUREMENTS AND WEIGHTS OF SHEEP IN JAPAN

I. BODY MEASUREMENTS AND WEIGHTS OF CORRIEDALE SHEEP EXHIBITED SOME SHEEP SHOWS

By Akira KATADA and Isao TAKEDA

I 緒 言

家畜の体型に関する生物統計学的な研究は，佐々木とその共同研究者によつて専ら行われた。緬羊の体型に関する研究は，本邦では佐々木（1938），竹内・田先（1948），高津・渡辺（1952），佐々木（1954），堅田・武田（1956）により報告されている。体型に関する従来の研究は，ある家畜集団の体型各部位の測定値に対する生物統計学的恒数を求めて，ノルムの範囲内に各部位の測定値が該当する個体を正常体型または標準体型の個体とみなした。しかし家畜の体は相対的に連鎖して構成され，発育することが考えられるにもかかわらず，今迄の研究方法では体型各部位を独立的にとりあつかう不合理な点があつた。即ち従来の研究方法はある家畜群に対する標準体型の概念を得るためには適当であるが，群内の各個体の体型について標準体型に対する均称度合を適確に検討するにはなお不充分であつた。そのため体型の均称度合の判定を従来より更に合理的にする一方法として回帰式を応用して生物統計学的に体型の研究を行つた。

II 研究材料と方法

1955年10月6日から10日迄東京都上野公園において開催された第1回全日本緬羊山羊共進会に出陳された明2才の種雄緬羊31頭，同じく種雌緬羊65頭，去勢後肥育した肉仔羊24頭から資料を得た。なお出陳緬羊は日本緬羊登録協会の規定により登録されたもので，更に種雄緬羊は精液の正常であることが，関係公共機関で証明されたものであつた。そして平均生後日数は種雄緬羊 560.5 日± 22.4 日，種雌緬羊は 567.8 日± 20.1 日，肉仔羊は 199.3 日± 24.8 日であつた。これらの緬羊について体型の各測定部位における生物統計学的恒数，相関係数及び回帰式を算出し，この回帰式によつて体型各測定部位の期待値を算出した。なお福島，岩手，秋田，山形の東北四県の成緬羊（3才）について研究した竹内・田先（1948）の報告，昭和24，25，26年の全北海道共進会に出陳された緬羊（明2才）について研究した高津・渡辺（1952）の報告，東北北海道連合共進会に出陳された緬羊（明2才）について研究した佐々木（1954）の報告からも一部の資料を得た。即ち上記の研究結果から得た体型各部位の測定値についての生物統計学的恒数を前述の体型各部位の期待値と比較検討した。

III 試験結果と考察

(1) 生物統計学的恒数

A. 種雄緬羊 第1回全日本緬羊山羊共進会(Aj, 1956)に出陳された種雄緬羊の体型各測定部位における平均値は第1表に，標準偏差，変異係数は第2表に示した。またこれと比較するために竹内らの報告(T, 1948)，高津らの報告(H, 1952)，佐々木の報告（TL, 1954）による各恒数も一緒に第1表と第2表に示した。体型各測定部位における Aj, TL, H, T の四者間の有意差を1％水準で検定すれば，体高においては Aj は他の三者のいづれとも有意差が認められなかつたが，T と TL との間では有意差が認められた。十字部高，体長，尻長，体重においては，Aj と TL の間ではいづれも有意差が認められなかつたが，T と他の三者との間では有意差が認められ，特に体重では Aj と TL は T の約 1.5 倍の大きい値を示した。腰角巾では Aj は TL

* 畜産部 家畜第1研究室

第 1 表　　雄緬羊の体型各測定部位の平均値と 1 %信頼限界

項　目		Aj n=31		T n=81		H n=170		TL n=20	
		M[5]	FL[6]	M	FL	M	FL	M	FL
体　高	W h	70.1±0.52	1.43	68.4±0.26	1.13	70.2±0.21	0.55	71.3±0.44	1.26
十字部高	H h	72.5±0.52	1.43	69.7±0.24	0.95	72.3±0.31	0.68	73.1±0.43	1.23
体　長	B l	79.6±0.56	1.54	74.0±0.36	1.42	78.8±0.28	0.73	80.7±0.38	1.09
胸　囲	H g			85.2±0.61	2.34				
胸　深	C d	29.9±0.22	0.61	30.8±0.16	0.63	31.4±0.15	0.39	32.6±0.24	0.69
胸　巾	C w	27.2±0.31	0.85	20.6±0.18	0.71	23.1±0.19	0.50		
胸前巾	Fcw	24.5±0.18	0.50						0.80
腰角巾	H w	21.6±0.25	0.69	18.1±0.13	0.50	20.0±0.12	0.31	21.0±0.22	0.60
臁　巾	T w	24.3±0.22	0.61						0.63
尻　長	R l	27.2±0.20	0.55	24.4±0.12	0.45	26.3±0.09	0.23	26.0±0.27	0.77
管　囲	S c	9.1±0.09	0.25	8.3±0.05	0.21	9.9±0.04	0.10	9.7±0.08	0.23
体　重	B w	85.4±1.15	3.16	56.6±1.04	4.06	83.4±0.97	2.53	86.2±1.26	3.60

註） Aj：第 1 回全日本緬羊山羊共進会〔堅田ら，1956〕　TL：東北北海道連合共進会〔佐々木，1954〕
T ：東北四県調査〔竹内ら，1948〕　M ：平 均 値
H ：全北海道緬羊共進会〔高津ら，1952〕　FL： 1 %水準における信頼限界

第 2 表　　雄緬羊の体型各測定部位の標準偏差と変異係数

項　目		Aj n=31		T n=81		H n=170		TL n=20	
		SD	CV[2]	SD	CV	SD	CV	SD	CV
体　高	W h	2.9	4.14	3.84	5.09	2.73	3.89	1.92	2.69
十字部高	H h	2.9	4.00	3.25	4.66	3.34	4.64	1.88	2.57
体　長	B l	3.1	3.89	4.85	6.56	3.71	4.71	1.65	2.04
胸　囲	H g			8.12	8.54				
胸　深	C d	1.2	4.01	2.20	7.15	1.93	6.13	1.05	3.21
胸　巾	C w	1.7	6.25	2.46	11.99	2.53	10.94		
胸前巾	Fcw	1.0	4.08		9.48			1.24	4.94
腰角巾	H w	1.4	6.48	1.72		1.61	8.05	0.95	4.52
臁　巾	T w	1.2	4.94					1.00	4.03
尻　長	R l	1.1	4.04	1.55	6.36	1.23	4.66	1.19	4.56
管　囲	S c	0.5	5.50	0.69	8.28	0.56	5.59	0.33	3.36
体　重	B w	6.4	7.49	13.86	24.51	12.69	15.22	5.49	6.37

註） SD： 標準偏差，CV： 変異係数（%）。

との間に有意差は認められなかつたが，H と Aj，TL の二者との間に有意差が認められた。管囲においては Aj は H，TL のいずれとも有意差が認められたが，H と TL 間は有意差が認められなかつた。しかし，腰角巾，管囲ともに T と他の三者との間にはいずれも有意差が認められた。胸前巾においては Aj は T，H との間には有意差が認められなかつたが，胸巾においては T，H，Aj の三者間はいづれも有意差が認められ，Aj の値が最大であつた。胸深においては Aj は H，TL との間で有意差が認められ，T との間では有意差が認められなかつた。また H と TL

との間でも有意差が認められなかつたが，その平均値は最小であつた。臗巾においては Aj，T，H の三者間には有意差が認められなかつた。全般的に体型各測定部位の平均値は Aj，H，TL 共に大体類似の値を示したが，いずれもTよりは大きい値を示した。

B．種雌緬羊　第1回全日本緬羊山羊共進会に出陳された種雌緬羊の体型各測定部位に対する平均値は第3表に，標準偏差，変異係数は第4表に示したが，これと比較するために前述の研究者達による雌緬羊に対する結果も雄緬羊のごとく第3，4表に示した。体型各部位の平均測定値においてAjとTLとの間には，尻長を除いては有意差が認められなかつたが，しかし Aj，TL 共に T との間では有意差が認められた。即ち Aj は T に比較して体重では1.8倍，胸巾では1.4倍も大きい値を示した。

第 3 表　雌緬羊の体型各測尺部位の平均値と 1 %信頼限界

項目		Aj n=65		T n=1536		TL n=23	
		M	FL	M	FL	M	FL
体高	Wh	63.6±0.32	0.85	62.2±0.06	0.21	64.9±0.43	1.22
十字部高	Hh	66.2±0.33	0.88	63.5±0.07	0.21	67.8±0.53	1.50
体長	Bl	74.5±0.32	0.85	65.9±0.08	0.26	72.8±0.58	1.64
胸囲	Hg			74.9±0.14	0.41		
胸深	Cd	28.8±0.17	0.45	27.5±0.04	0.13	29.6±0.35	0.99
胸巾	Cw	24.6±0.25	0.67	17.9±0.05	0.15		
胸前巾	Fcw	22.1±0.20	0.53			22.3±0.39	1.08
腰角巾	Hw	21.0±0.16	0.43	16.9±0.03	0.10	20.5±0.34	0.96
臗巾	Tw	24.4±0.17	0.45			22.9±0.32	0.88
尻長	Rl	25.8±0.14	0.37		0.08	23.4±0.26	0.74
管囲	Sc	8.6±0.06	0.16	7.1±0.01	0.03	8.3±0.09	0.25
体重	Bw	70.4±0.93	2.47	38.6±0.17	0.52	66.2±1.72	4.87

註）符号は第1表に同じ。以下同様。

第 4 表　雌緬羊の体型各測定部位の標準偏差と変異係数

項目		Aj n=65		T n=1536		TL n=23	
		SD[1]	CV[2]	SD	CV	SD	CV
体高	Wh	2.6	4.09	2.90	4.66	2.02	3.12
十字部高	Hh	2.7	4.08	3.08	4.86	2.47	3.64
体長	Bl	2.6	3.49	3.65	5.54	2.73	3.75
胸囲	Hg			6.18	8.26		
胸深	Cd	1.4	4.86	2.00	7.28	1.64	5.55
胸巾	Cw	2.0	8.13	2.37	13.23		
胸前巾	Fcw	1.6	7.24			1.84	8.26
腰角巾	Hw	1.3	6.02	1.44	8.49	1.57	7.68
臗巾	Tw	1.4	5.74			1.51	6.58
尻長	Rl	1.1	4.26	1.22	5.73	1.23	5.24
管囲	Sc	0.5	5.81	0.55	7.70	0.40	4.78
体重	Bw	7.5	10.51	7.60	19.69	8.06	12.18

C．肉仔羊　第1回全日本緬羊山羊共進会出陳の去勢後肥育された肉仔羊の体型各部位の測定値は第5表に示したが，胸囲，胸巾，尻長，管囲，体重の値はいずれも雌緬羊のTのこれらの値より大で，しかも1%水準で有意差が認められた。しかし他の各測定部位においては有意差が認めら

第 5 表　肉仔羊の体型各測尺部位の平均値と 1 %信頼限界及び体型各測尺部位の標準偏差と変異係数

n=24

項目		M	FL	SD	CV
体高	Wh	60.9±0.55	1.54	2.7	4.43
十字部高	Hh	62.6±0.55	1.54	2.7	4.31
体長	Bl	66.2±0.63	1.77	3.1	4.68
胸囲	Hg	79.4±0.92	2.58	4.5	5.67
胸深	Cd	26.7±0.31	0.87	1.5	5.62
胸巾	Cw	20.2±0.33	0.92	1.6	7.92
胸前巾	Fcw	20.4±0.33	0.92	1.6	7.84
腰角巾	Hw	16.3±0.22	0.62	1.1	6.75
臗巾	Tw	18.9±0.29	0.81	1.4	7.41
尻長	Rl	22.1±0.24	0.67	1.2	5.43
管囲	Sc	7.8±0.10	0.28	0.5	6.41
体重	Bw	11.7±0.29	0.81	1.4	11.97

れなかつた。なお雌緬羊の TL の管囲，雄緬羊のTの胸巾と肉仔羊のこれらの間にも有意差が認められなかなつた。

D. 標準偏差と変異係数 雄緬羊の標準偏差と変異係数は第 2 表のとおりで各測定部位共にAj はTLより大であり，T，Hよりは大体小であつた。雌緬羊の場合は第 4 表のとおりでいずれもAj はTLと大体類似した値を示したが，Tよりは小さい値を示した。肉仔羊の場合は第5表のとおりで各測定部位共に雄緬羊と類似の値を示した。更に標準偏差は性別にかかわらず，体重，胸囲，体高，体長，十字部高は大きい値を示した。変異係数では体重，胸巾，腰角巾，臗巾が大きい値を示したが，なお雌緬羊と肉仔羊では胸前巾も大きい値を示した。

E. 体型各測定部位の体高比 第 1 回全日本緬羊山羊共進会に出陳された緬羊の体高に対する他の各測定部位の比率は第6表のとおりで，性別にかかわらずAjはT，H，TLより大体大きい値を示し，また各部位の比率は同じ傾向を示した。

第 6 表 第 1 回全日本緬羊山羊共進会出陳緬羊における体型各測定部位の体高比

項目		雄羊	雌羊	肉仔羊
体高	W h	100.0	100.0	100.0
十字部高	H h	103.4	104.1	102.8
体長	B l	113.6	117.1	108.7
胸囲	H g			130.7
胸深	C d	0.4	0.5	0.4
胸巾	C w	0.4	0.4	0.3
胸前巾	Fcw	0.4	0.4	0.3
腰角巾	H w	0.3	0.3	0.3
尻長	R l	0.4	0.4	0.3
管囲	S c	0.1	0.1	0.1
臗巾	T w	0.4	0.4	0.3

要するに T の緬羊は一般農家に普通飼育されている 3 才のものから，Aj，TL，H の緬羊は生後 18～20 カ月のものであるが後者は，いずれも予め選抜されたものから資料を得たものである。また肉仔羊も去勢後肥育された生後 6～8 カ月のものから資料を得たものである。しかしながらTの成雌緬羊の体型各部位の測定値と Aj の生後わづか 6～8 カ月の仔羊のそれとの間に有意差が認められず，むしろ後者の体型が全体的にやや大きいことが認められた。このことは，TL，H，Aj の研究結果が前述の条件の資料から得られたものとしても，これらの雄，雌緬羊の体型がTより大型となり，また変化していることと関連している。即ち最近約 8 年の間に緬羊の体型と発育率が増大したものと思われるが，注目すべきことである。なお体型各測定部位の変異曲線は正規曲線とよく一致することが竹内ら（1948），高津ら（1952）によつて報告されているので，本研究資料においても各部位における測定値は正規分布をなすものと考えられる．

（2） 相関関係及び回帰式

A．相関関係 第 1 回全日本緬羊山羊共進会に出陳された雄緬羊，雌緬羊，肉仔羊の各測定部位間の相関係数は第7表のとおりであつた。即ち体重と各測定部位間には相関関係が最も多く認められ，管囲と各測定部位間にはその関係の最も少ないことが認められた。各相関係数は正の価を示し，0.6 以上の係数は雄緬羊で 4，雌緬羊で 7，肉仔羊は

第 7 表 体型各測定部位間の相関係数

雄羊		体重 Bw	管囲 Sc	尻長 Rl	臗巾 Tw	腰角巾 Hw	胸前巾 Fcw	胸巾 Cw	胸深 Cd	体長 Bl	十字部高 Hh
体高	W h	0.4399*	0.0306	0.6337**	0.3967*	0.2831	0.1022	0.3484	0.2684	0.3931*	0.8367**
十字部高	H h	0.3980*	0.1435	0.4440*	0.3931*	0.3305	−0.0073	0.2135	0.4438*	0.1908	
体長	B l	0.5486**	0.2175	0.4029*	0.2831	0.2485	0.0534	0.0137	0.2190		
胸深	C d	0.4507*	0.1011	0.2054	0.1480	0.2111	−0.2166	−0.0109			
胸巾	C w	0.4951**	−0.0236	0.5690**	0.3992*	0.4916**	0.5763**				
胸前巾	Fcw	0.2997	0.0048	0.3318	0.4595*	0.2612					
腰角巾	H w	0.6136**	−0.0695	0.5281**	0.6284**						
臗巾	T w	0.5399**	−0.0691	0.4829**							
尻長	R l	0.4323*	0.0329								
管囲	S c	0.3204									

雄緬羊	体重 Bw	管囲 Sc	尻長 Rl	臗巾 Tw	腰角巾 Hw	胸前巾 Fcw	胸巾 Cw	胸深 Cd	体長 Bl	十字部高 Hh
体高 Wh	0.3749**	0.0473	0.2489	0.1933	0.0557	0.0673	0.1413	0.2979	0.1331	0.7477**
十字部高 Hh	0.3742**	0.1310	0.3045*	0.2191	0.1134	0.1308	0.1598	0.3350**	0.2039	
体長 Bl	0.6302**	0.0978	0.4553**	0.3239**	0.3418**	0.3414**	0.3254**	0.3383**		
胸深 Cd	0.7491**	0.4302**	0.3373**	0.4663**	0.4507**	0.4582**	0.5247**			
胸巾 Cw	0.6553**	0.1792	0.4839**	0.5549**	0.4311**	0.5848**				
胸前巾 Fcw	0.6089**	0.1268	0.5618**	0.5289**	0.6027**					
腰角巾 Hw	0.4781**	0.1569	0.2930*	0.4392**						
臗巾 Tw	0.5842**	0.1829	0.3633**							
尻長 Rl	0.6151**	0.1935								
管囲 Sc	0.1980									

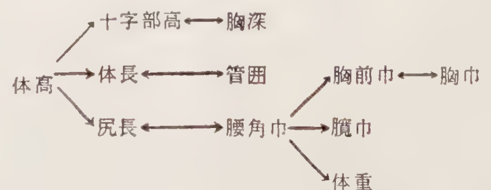
肉仔羊	体重 Bw	管囲 Sc	尻長 Rl	臗巾 Tw	腰角巾 Hw	胸前巾 Fcw	胸巾 Cw	胸深 Cd	胸囲 Hg	体長 Bl	十字部高 Hh
体高 Wh	0.4861*	0.4846*	0.8051**	0.3754	0.8301**	0.0974	0.0813	0.5671**	0.2953	0.6791**	0.8648**
十字部高 Hh	0.5781**	0.6994**	0.7508**	0.3369	0.4822*	0.0840	−0.0254	0.4676*	0.4838*	0.6023**	
体長 Bl	0.7819**	0.5837**	0.8559**	0.7111**	0.7694**	0.5864**	0.5571**	0.6406**	0.4567*		
胸囲 Hg	0.6456**	0.3173	0.3606**	0.4655*	0.6130**	0.3960	0.4401*	0.1788			
胸深 Cd	0.6762**	0.3979	0.6882**	0.6089**	0.5235**	0.4712*	0.4026				
胸巾 Cw	0.6373**	0.0940	0.3966	0.7114**	0.6757**	0.8781**					
胸前巾 Fcw	0.7018**	0.2619	0.3574	0.7702**	0.5413**						
腰角巾 Hw	0.8267**	0.4434*	0.6846**	0.7985**							
臗巾 Tw	0.8088**	0.3900	0.5737**								
尻長 Rl	0.6770**	0.5018*									
管囲 Sc	0.6474**										

註） ** 1％水準の有意性，* 5％水準の有意性

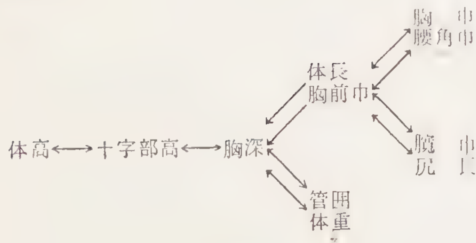
29で最も多く認められたが，対応する各相関係数も肉仔羊は他の緬羊より高い値を示した。なお雄緬羊においてT，Hの体高と体重間の相関係数は高く 0.78，0.832 であつたが，Aj の係数は前者の約½の 0.44 であつた。また体高と管囲，体高と胸深との間では前者の係数はTが 0.49，Hが0.697，後者の係数はTが 0.62，Hが 0.579 であつたが，Ajはいずれも相関関係が認められなかつた。従つて Aj の雄，雌緬羊は相関関係の点からみてもT，Hと体型が多少異なつていると思われる。また肉仔羊は対応する相関係数が他の緬羊より高く，しかもその相関係数が最も多く，雄緬羊が最も少ないことを考慮するならば，各部位間の相関関係は体型，発育状態によつて影響されるものである。即ち若令羊は体型各測定部位間の関連性の多い傾向を示すことが考えられる

更に体型各測定部位間の発育は相対的であるとみなし，体高を最初の基準として測定誤差の少ないように各相関係数の高い部位間を連鎖的につらねると次ぎのようになり，これらは同じ傾向を示さなかつた

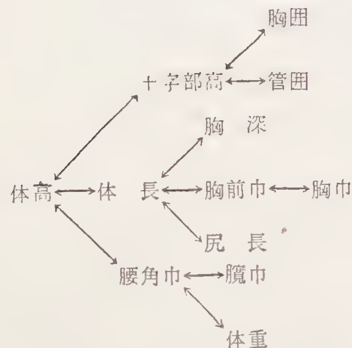
雄緬羊



雌 緬 羊



肉 仔 羊



B. 回帰式 体型各測定部位で相関関係の最も高い部位間を前述のごとく連鎖的につらねた場合の関係より第8表に示すごとく回帰式を算出し，また同表に各測定部位の母平均推定値に対する標準誤差の算定式を示した。なお回帰係数の有意性を検定した結果，雄緬羊におけるNo.5の係数を除いて全部有意性が認められた。即ち雄緬羊のNo. 2，No. 4，肉仔羊の No. 4 の係数は5％水準で，その他は全部1％水準で有意性が認められた。更に第9表に，雄緬羊の体高に対する十字部高の回帰について直線性の検定結果を示した。これと同じ方法によつてすべての回帰の直線性の検定を行つた結果，すべて直線性の有意であることが認められた。

(3) 体　　型

A. 体型各測定部位の期待値 第8表の回帰式により体高を基準として算出した推定値を期待値として第10表にしめした。なお期待値の誤差も $S\hat{Y} = \sqrt{Syx^2(1/n+x^2/Sx^2)}$ によつて算出されるが，$\hat{Y}=\bar{y}+b(x-\bar{x})$ であるから $S\hat{Y}=Syx\sqrt{1/n+x^2/Sx^2}$ となり，

第 8 表　体型各測定部位に対する回帰式と母平均の推定値に対する標準誤差の算定式

雄緬羊 A : B(1)	$\hat{Y}^{(2)}=$	bの有意性	$S\hat{Y}^{(3)}=$
体高 Wh : 十字部高 Hh	14.15+0.8324 X	**	$0.080+0.025490x^2$
体高 Wh : 体長 Bl	55.15+0.3488 X	*	$0.179+0.128011x^2$
体高 Wh : 尻長 Rl	12.37+0.2115 X	**	$0.026+0.002631x^2$
十字部高 Hh : 胸深 Cd	16.31+0.1874 X	*	$0.038+0.001367x^2$
体長 Bl : 管囲 Sc	5.86+0.0407 X	**	$0.007+0.000253x^2$
尻長 Rl : 腰角巾 Hw	3.22+0.6756 X	**	$0.057+0.095812x^2$
腰角巾 Hw : 胸前巾 Fcw	20.29+0.1951 X	**	$0.021+0.007781x^2$
腰角巾 Hw : 臆巾 Tw	12.16+0.5620 X	**	$0.039+0.026587x^2$
腰角巾 Hw : 体重 Bw	23.73+2.8549 X	**	$0.834+12.131529x^2$
胸前巾 Fcw : 胸巾 Cw	4.20+0.9388 X	**	$0.075+0.173893x^2$

雌緬羊 A : B(1)	$\hat{Y}^{(2)}=$	bの有意性	$S\hat{Y}^{(3)}$
体高 Wh : 十字部高 Hh	19.04+0.7415 X	**	$0.047+0.021295x^2$
十字部高 Hh : 胸深 Cd	17.34+0.1731 X	**	$0.025+0.006206x^2$
胸深 Cd : 体長 Bl	55.43+0.6623 X	**	$0.095+0.339230x^2$
胸深 Cd : 胸前巾 Fcw	6.77+0.5322 X	**	$0.031+0.033508x^2$
胸深 Cd : 管囲 Sc	4.48+0.1430 X	**	$0.003+0.000247x^2$
胸深 Cd : 体重 Bw	−49.67+4.1690 X	**	$0.379+5.444924x^2$
胸前巾 Fcw : 胸巾 Cw	8.19+0.7424 X	**	$0.040+0.004482x^2$
胸前巾 Fcw : 腰角巾 Hw	10.17+0.4899 X	**	$0.016+0.000698x^2$
胸前巾 Fcw : 臆巾 Tw	13.85+0.4774 X	**	$0.022+0.001369x^2$
胸前巾 Fcw : 尻長 Rl	16.85+0.4074 X	**	$0.014+0.000524x^2$

関　係　式 A : B	$\hat{Y}$(2)	b(1) 有意性	$S\hat{Y}$(3)
体　高　Wh : 十字部高　Hh	$9.50+0.8720X$	**	$0.082+0.022791x^2$
体　高　Wh : 体　長　Bl	$19.22+0.7714X$	**	$0.224+0.168540x^2$
体　高　Wh : 腰角巾　Hw	$-3.36+0.3228X$	**	$0.015+0.000769x^2$
十字部高　Hh : 胸　囲　Hg	$29.45+0.7980X$	*	$0.682+1.537273x^2$
十字部高　Hh : 管　囲　Sc	$0.01+0.1224X$	**	$0.005+0.000099x^2$
体　長　Bl : 胸　深　Cd	$5.47+0.3207X$	**	$0.061+0.009801x^2$
体　長　Bl : 胸前巾　Fcw	$0.62+0.2988X$	**	$0.071+0.012976x^2$
体　長　Bl : 尻　長　Rl	$-0.63+0.3433X$	**	$0.017+0.000773x^2$
胸前巾　Fcw : 胸　巾　Cw	$2.22+0.8813X$	**	$0.025+0.006166x^2$
腰角巾　Hw : 臗　巾　Tw	$1.60+1.0616X$	**	$0.031+0.021773x^2$
腰角巾　Hw : 体　重　Bw	$-6.54+1.1193X$	**	$0.028+0.017611x^2$

注) 1. A : B　B の A に対する回帰式
2. $\hat{Y}=\bar{y}+b(X-\bar{x})$ B の期待値
3. $S\hat{Y}=\sqrt{Syx^2(1/n+x^2/Sx^2)}$
$x^2=(X-\bar{x})^2$
X : A の実測値
$\bar{x}$: A の平均値
4. ** 1%水準の有意性
* 5%水準の有意性

第9表　雄緬羊の体高に対する十字部高の回帰における直線性検定

変　動　因		自由度 (D.F)	平方和 (S.S)	平均方和平 (M.S)
直線回帰からの偏差	$(1-r^2)(Sy^2)$	29	72.1889	
2次回帰からの偏差	$(1-R^2)(Sy^2)$	28	72.0926	2.5747
回帰の曲線性		1	0.0963	0.0963
			F　0.0963/2.5747	0.0374

この標準誤差は x と共に増大する。従つて X が $\bar{x}$ からはなれるにつれて大きくなるが，母平均の期待値の信頼判定は $\hat{Y}\pm t_{0.01}S\hat{Y}$ によつて行つた。更に個々の緬羊に対する各測定部位の期待値に対しては $Syx^2(2+1/n+x^2/Sx^2)$ によつて信頼判定が出来るが，この判定はSyxがきわめて小さい場合を除いては危険である。そのため本研究では各測定部位の母平均の期待値の信頼判定のみを行つた。同一年令で各測定部位の平均値に相対的に平衡な測定値をもつものが均称度の最も優れた個体であるとすれば，この期待値によつて均称度合の判定が容易に出来る。従つて体型のある測定部位，仮りに第8表のごとく体高を最初の基準とすれば，体高のノルム内の個体を各測定部位と対応する期待値によつて均称度合を判定する事が最も合理的となる。

種雄，雌緬羊及び肉仔羊の上位入賞羊から任意に選んだ各3頭について期待値とその信頼限界を算出し，その結果を第11表に示したが，いずれも各測定部位の実測値と期待値は大体一致する傾向を示した。即ち種雄緬羊においてはNo. 3 の均称度合が最良であり，No. 2 は特に体長が期待値より大で，胸巾は期待値より小であつた。No. 18 は各測定部位の大部分が期待より大であつた。種雌緬羊においてはNo. 141 の均称度合が最良であり，No. 178 の各測定部位は大部分が期待値より大であつた。119 番は特に体長が期待値より大で，腰角巾は期待値より小であつた。肉仔羊においては No. 204 は特に体巾が期待値より大であり，No. 220，No. 226 は各測定部位共に大体期待値に近い値を示した。

B.　体型の比較　種雄緬羊 31 頭で体高のノルム内の個体は 74.2 %，23 頭，種雌緬羊 65 頭で 69.2 %，45 頭であつた。更にこれ等のノルム内の個体で体型各部位の測定値を計算した結果，各部位のノルム内に入る個体数は雄緬羊 31 頭に対して 52～84 %，雌緬羊 65 頭に対して 54～80 %であつた。従つて上位入賞羊の各測尺部位は大体その部位のノルム内にあることが予想されるが，体型の均称度合の判定は困難である。しかし第1回全日本共進会出陳緬羊の体型各測定部位のノルムを同一年令の標準体型と仮定して，第8表の回帰式によつて体型各測定部位の期待値を推定する方法は第 11 表に示した如く，各個体の体型各測定部位の発達度合，均称度合の予想と判定を容易にすることが出来た。それで第8表の回帰式により第 10 表の如く期待値を算出して体型の比較を行つた。

1.　入賞羊の体型比較　名与賞，優等賞の全部，壱等賞と弐等賞及び参等賞の上位のもの各1頭について体型各測定値と期待値を第11表，第12表に示した。そして各個体の各測定部位の発達程度，均称度合など体型の特徴上の差

第 10 表　体型各測定部位の回帰値

	体高 Wh	十字部高 Hh	体長 Bl	胸深 Cd	胸巾 Cw	胸前巾 Fcw	腰角巾 Hw	臗巾 Tw	尻長 Rl	管囲 Sc	体重 Bw
雄緬羊	80.0	80.74	83.05	31.44	27.45	24.77	23.00	25.08	29.29	9.24	89.39
	79.0	79.90	82.70	31.28	27.42	24.74	22.85	25.00	29.07	9.22	88.96
	78.0	79.07	82.35	31.12	27.40	24.72	22.71	24.92	28.86	9.21	88.56
	77.0	78.24	82.00	30.97	27.37	24.69	22.57	24.84	28.65	9.19	88.16
	76.0	77.41	81.65	30.81	27.35	24.66	22.43	24.76	28.44	9.18	87.76
	75.0	76.58	81.31	30.66	27.32	24.63	22.29	24.68	28.23	9.17	87.36
	74.0	75.74	80.96	30.50	27.30	24.61	22.15	24.60	28.02	9.15	86.96
	73.0	74.91	80.61	30.34	27.27	24.58	22.00	24.52	27.80	9.14	86.53
	72.0	74.08	80.26	30.19	27.24	24.55	21.85	24.43	27.59	9.12	86.10
	71.0	73.25	79.91	30.03	27.21	24.52	21.71	24.36	27.38	9.11	85.70
	70.0	72.41	79.56	29.87	27.19	24.49	21.57	24.28	27.17	9.09	85.31
	69.0	71.58	79.21	29.72	27.17	24.47	21.43	24.20	26.96	9.08	84.91
	68.0	70.75	78.86	29.56	27.14	24.44	21.29	24.12	26.75	9.06	84.51
	67.0	69.92	78.51	29.41	27.11	24.41	21.15	24.04	26.54	9.05	84.11
	66.0	69.08	78.17	29.25	27.08	24.38	21.00	23.96	26.32	9.04	83.68
	65.0	68.25	77.82	29.10	27.05	24.35	20.85	23.87	26.11	9.02	83.25
	64.0	67.42	77.47	28.94	27.04	24.33	20.71	23.80	25.90	9.01	82.85
	63.0	66.59	77.12	28.78	27.01	24.30	20.57	23.72	25.69	8.99	82.45
	62.0	65.75	76.77	28.63	26.98	24.27	20.43	23.64	25.48	8.98	82.05
	61.0	64.92	76.42	28.47	26.95	24.24	20.29	23.56	25.27	8.97	81.65
	60.0	64.09	76.07	28.32	26.93	24.22	20.15	23.48	25.06	8.95	81.25
雌緬羊	75.0	74.65	75.47	30.26	25.17	22.87	21.37	24.77	26.17	8.80	76.48
	74.0	73.91	75.38	30.13	25.12	22.81	21.34	24.74	26.14	8.78	75.94
	73.0	73.16	75.29	30.00	25.07	22.74	21.31	24.71	26.11	8.77	75.40
	72.0	72.42	75.21	29.87	25.02	22.67	21.28	24.67	26.09	8.75	74.85
	71.0	71.68	75.12	29.74	24.97	22.60	21.24	24.64	26.08	8.73	74.31
	70.0	70.94	75.04	29.61	24.90	22.53	21.21	24.61	26.03	8.71	73.77
	69.0	70.20	74.96	29.49	24.86	22.46	21.17	24.57	26.00	8.69	73.27
	68.0	69.46	74.87	29.36	24.82	22.40	21.14	24.54	25.98	8.67	72.73
	67.0	68.72	74.78	29.23	24.77	22.23	21.10	24.51	25.95	8.65	72.18
	66.0	67.97	74.70	29.10	24.72	22.26	21.08	24.48	25.92	8.64	71.64
	65.0	67.23	74.61	28.97	24.66	22.19	21.04	24.44	25.89	8.62	71.10
	64.0	66.49	74.53	28.84	24.61	22.12	21.01	24.41	25.86	8.60	70.56
	63.0	65.75	74.45	28.72	24.56	22.05	20.97	24.38	25.83	8.58	70.06
	62.0	65.01	74.36	28.59	24.52	21.99	20.94	24.35	25.81	8.56	69.52
	61.0	64.27	74.27	28.46	24.46	21.92	20.91	24.31	25.78	8.54	68.97
	60.0	63.53	74.19	28.33	24.41	21.85	20.87	24.28	25.75	8.53	68.43
	59.0	62.78	74.10	28.20	24.36	21.78	20.84	24.25	25.72	8.51	67.89
	58.0	62.04	74.02	28.07	24.31	21.71	20.81	24.21	25.69	8.49	67.35
	57.0	61.30	73.94	27.95	24.28	21.64	20.77	24.18	25.67	8.47	66.85
	56.0	60.56	73.85	27.82	24.21	21.58	20.74	24.15	25.64	8.45	66.31
	55.0	59.82	73.76	27.69	23.94	21.51	20.56	23.96	25.49	8.43	65.76

	体高 Wh	十字部高 Hh	体長 Bl	胸囲 Hg	胸深 Cd	胸巾 Cw	胸前巾 Fcw	腰角巾 Hw	臗巾 Tw	尻長 Rl	管囲 Sc	体重 Bw	
	70.0	70.54	73.21	85.74	28.94	22.04	22.49	19.23	22.01	24.50	8.78	14.98	13.58
	69.0	69.66	72.44	85.03	28.70	21.83	22.26	18.91	21.67	24.23	8.67	14.62	13.26
	68.0	68.79	71.67	84.34	28.45	21.63	22.03	18.59	21.33	23.97	8.56	14.26	12.94
	67.0	67.92	70.90	83.65	28.20	21.43	21.80	18.26	20.98	23.71	8.45	13.89	12.61
	66.0	67.05	70.13	82.95	27.96	21.22	21.57	17.94	20.64	23.44	8.35	13.54	12.30
	65.0	66.18	69.36	82.26	27.71	21.02	21.34	17.62	20.29	23.18	8.24	13.17	11.97
	64.0	65.30	68.58	81.55	27.46	20.82	21.11	17.29	19.95	22.91	8.13	12.81	11.65
	63.0	64.43	67.81	80.86	27.21	20.62	20.88	16.97	19.61	22.64	8.02	12.45	11.33
	62.0	63.56	67.04	80.17	26.96	20.41	20.65	16.65	19.27	22.38	7.91	12.09	11.02
	61.0	62.69	66.25	79.47	26.71	20.20	20.41	16.33	18.93	22.11	7.80	11.73	10.70
肉仔羊	60.0	61.82	65.50	78.78	26.47	20.01	20.19	16.00	18.58	21.85	7.70	11.36	10.37
	59.0	60.94	64.73	78.08	26.22	19.81	19.96	15.68	18.24	21.59	7.59	11.01	10.06
	58.0	60.07	63.96	77.38	25.98	19.60	19.73	15.36	17.90	21.32	7.48	10.65	9.74
	57.0	59.20	63.18	76.69	25.73	19.39	19.49	15.03	17.55	21.05	7.37	10.28	9.41
	56.0	58.33	62.41	75.99	25.48	19.19	19.26	14.71	17.21	20.79	7.26	9.92	9.09
	55.0	57.46	61.64	75.30	25.23	18.99	19.03	14.39	16.87	20.53	7.15	9.56	8.78
	54.0	56.58	60.87	74.60	24.99	18.78	18.80	14.07	16.53	20.26	7.04	9.20	8.46
	53.0	55.71	60.10	73.90	24.74	18.58	18.57	13.74	16.18	20.00	6.94	8.83	8.22
	52.0	54.84	59.33	73.21	24.49	18.38	18.34	13.42	15.84	19.73	6.83	8.48	7.82
	51.0	53.97	58.56	72.15	24.25	18.18	18.11	13.10	15.50	19.47	6.72	8.12	7.50
	50.0	53.10	57.79	71.82	24.00	17.97	17.88	12.78	15.16	19.20	6.61	7.76	7.18

第 11 表 入賞緬羊の体型各測定部位の実測値と期待値

	No		体高 Wh	十字部高 Hh	体長 Bl	胸深 Cd	胸巾 Cw	胸前巾 Fcw	腰角巾 Hw	臗巾 Tw	尻長 Rl	管囲 Sc	体重 Bw
雄緬羊	3	AM	68.5	71.0	79.0	31.5	26.0	25.0	21.0	22.0	27.0	9.5	81.6
		EV		71.2	79.0	29.7	27.2	24.5	21.4	24.2	26.9	9.1	84.7
		FL		0.32	0.47	0.20	0.20	0.21	0.13	0.15	0.12	0.06	1.53
	2	AM	67.2	69.5	82.0	31.5	24.5	23.5	21.0	24.5	26.5	9.0	83.4
		EV		70.1	78.6	29.4	27.1	24.4	21.2	24.1	26.6	9.1	84.2
		FL		0.48	0.98	0.28	0.21	0.34	0.13	0.15	0.12	0.06	3.85
	18	AM	71.5	73.0	81.0	31.0	28.0	25.0	24.0	25.0	28.0	9.5	89.4
		EV		75.0	79.9	30.0	27.7	25.1	22.2	25.7	27.5	9.1	92.5
		FL		0.30	0.66	0.16	0.20	0.27	0.13	0.15	0.12	0.06	2.64
雌緬羊	141	AM	62.0	63.7	73.0	28.5	24.5	22.0	21.5	23.5	25.5	8.6	69.6
		EV		65.0	74.4	28.6	24.5	22.0	20.9	24.4	25.8	8.6	69.6
		FL		0.30	0.47	0.22	0.09	0.15	0.26	0.21	0.16	0.09	1.97
	118	AM	60.8	62.5	73.5	28.0	26.0	24.0	22.0	25.0	26.5	8.9	73.0
		EV		64.1	74.3	28.4	24.5	21.9	20.9	24.3	25.8	8.6	68.7
		FL		0.53	1.09	0.24	0.84	0.17	0.27	0.26	0.22	0.09	3.60
	119	AM	64.0	67.8	78.0	28.5	24.5	21.0	20.5	22.5	26.2	8.6	72.0
		EV		66.5	74.5	28.9	24.7	22.2	21.1	21.2	25.9	8.6	70.6
		FL		0.29	0.44	0.20	0.21	0.15	0.25	0.49	0.16	0.10	1.97

	No		体高 Wh	十字部高 Hh	体長 Bl	胸囲 Hg	胸深 Cd	胸巾 Cw	胸前巾 Fcw	腰角巾 Hw	臆巾 Tw	尻長 Rl	管囲 Sc	体重 Bw
肉仔羊	204	AM	53.5	54.3	62.0	71.0	24.0	21.5	21.5	15.0	18.0	19.5	7.1	9.3
		EV		56.2	60.5	74.3	24.9	18.7	18.7	13.9	16.4	20.1	7.0	9.0
		FL		1.16	3.07	1.32	0.48	0.24	0.55	0.24	0.26	0.16	0.11	0.24
	220	AM	62.6	64.4	66.0	81.5	28.0	21.0	21.0	16.5	19.0	23.0	8.3	12.9
		EV		64.1	67.5	80.6	27.1	20.6	20.8	16.8	19.4	22.5	8.0	12.3
		FL		0.38	0.84	2.38	0.25	0.17	0.27	0.13	0.18	0.13	0.07	0.17
	206	AM	62.2	63.3	65.0	85.5	26.0	21.0	21.0	18.0	21.0	22.0	8.0	12.3
		EV		63.5	67.1	80.0	26.3	21.0	20.0	17.0	19.0	21.7	8.0	12.0
		FL		0.35	0.71	1.20	0.27	0.17	0.30	0.13	0.31	0.13	0.07	0.28

註） AM：実測値，EV：期待値，FL：1％水準の信頼限界，No：個体番号。

第 12 表　入賞緬羊の体型各測定部位の実測値と期待値

	No		体高 Wh	十字部高 Hh	体長 Bl	胸深 Cd	胸巾 Cw	胸前巾 Fcw	腰角巾 Hw	臆巾 Tw	尻長 Rl	管囲 Sc	体重 Bw
雄緬羊	4	AM	71.0	72.0	79.5	29.5	27.0	23.5	20.5	23.0	27.0	10.5	86.4
		EV		73.0	79.9	29.7	26.5	24.5	21.6	23.9	29.1	9.0	82.5
	15	AM	64.5	68.2	79.5	29.0	26.0	25.0	20.0	23.0	26.0	9.7	83.3
		EV		68.0	77.6	28.6	27.8	24.4	21.0	23.5	27.0	9.0	80.7
雌緬羊	127	AM	63.0	65.0	74.5	29.5	23.0	20.5	20.5	25.0	24.0	8.7	68.3
		EV		65.7	74.4	28.7	24.5	22.0	20.9	24.4	25.8	8.6	70.0
	112	AM	60.7	64.2	73.0	28.0	25.0	23.0	21.5	24.5	26.0	8.7	68.8
		EV		64.1	74.3	28.4	24.5	21.9	20.9	24.3	25.8	8.6	68.9
	123	AM	62.2	63.9	75.0	29.5	23.5	20.0	21.0	23.5	24.0	9.0	65.5
		EV		65.2	74.4	28.6	24.5	22.0	20.9	24.4	25.8	8.6	69.6
	115	AM	65.4	68.0	75.0	30.0	26.0	23.0	22.0	25.5	25.0	9.2	74.3
		EV		67.5	74.6	29.0	24.7	22.2	21.1	24.5	25.9	8.6	71.3
	109	AM	65.3	68.7	75.0	28.0	23.5	22.0	21.0	24.5	27.0	8.9	70.2
		EV		67.5	74.6	29.0	24.7	22.2	21.1	24.5	25.9	8.6	71.3

	No		体高 Wh	十字部高 Hh	体長 Bl	胸囲 Hg	胸深 Cd	胸巾 Cw	胸前巾 Fcw	腰角巾 Hw	臆巾 Tw	尻長 Rl	管囲 Sc	体重 Bw
肉仔羊	222	AM	57.6	60.4	63.0	79.5	26.0	21.5	20.0	16.0	18.5	21.5	7.8	11.5
		EV		59.8	63.6	77.7	27.0	19.9	18.7	15.6	18.0	20.9	7.6	11.0
	205	AM	62.0	60.8	67.0	75.0	27.0	21.0	20.0	16.0	18.0	22.0	8.0	10.7
		EV		63.4	67.1	78.0	26.0	19.9	20.6	16.8	18.0	22.3	7.7	11.0

異が容易に判定出来ることが認められた。

2. 各等級別緬羊の体型比較　種雄，雌緬羊の壱等，弐等，参等賞の個体に対する各測定部位の平均値，その期待値及び信頼限界を第 13 表に示した。即ち壱等賞の各測定部位の平均値は各期待値の信頼限界の上限に，参等賞の場合は信頼限界の下限に近い値を示した。更に弐等賞の場

合は前者にやや近い傾向を示したが，いずれも期待値に近い値であることが認められた。

第 13 表　　等級別体型各測定平均値と期待値

			体高 Wh	十字部高 Hh	体長 Bl	胸深 Cd	胸巾 Cw	胸前巾 Fcw	腰角巾 Hw	臗巾 Tw	尻長 Rl	管囲 Sc	体重 Bw
雄緬羊	1 等賞	AM	70.6	73.4	80.5	31.3	27.2	24.7	22.3	24.3	27.8	9.2	88.2
		EV		72.92	79.78	29.98	27.22	24.52	21.66	24.33	27.30	9.11	85.57
		FL		0.29	0.46	0.20	0.29	0.16	0.30	0.23	0.16	0.08	2.60
	2 等賞	AM	69.4	71.2	78.8	29.6	27.5	24.5	21.8	24.6	27.0	9.1	85.0
		EV		71.92	79.36	29.78	27.20	24.48	21.53	24.42	27.05	9.09	85.11
		FL		0.30	0.49	0.20	0.56	0.15	0.25	0.20	0.17	0.08	1.15
	3 等賞	AM	70.7	73.6	79.9	29.8	27.0	24.5	21.3	24.1	27.0	9.1	84.6
		EV		73.0	79.81	29.99	27.20	24.52	21.66	24.36	27.32	9.11	85.68
		FL		0.30	0.47	0.20	0.20	0.14	0.25	0.20	0.16	0.08	1.39
雌緬羊	1 等賞	AM	61.8	64.8	74.8	28.7	24.6	22.2	26.2	24.1	25.6	8.7	70.3
		EV		64.86	74.37	28.57	24.50	21.97	20.93	24.34	25.80	8.57	69.56
		FL		0.34	0.31	0.19	0.20	0.31	0.13	0.15	0.12	0.06	3.34
	2 等賞	AM	63.7	65.7	74.7	29.0	25.3	22.4	21.2	24.6	25.8	8.7	71.4
		EV		66.27	74.50	28.80	24.63	22.14	21.02	24.42	25.87	8.60	70.40
		FL		0.22	0.33	0.20	0.20	0.20	0.13	0.15	0.12	0.06	1.32
	3 等賞	AM	64.6	67.4	74.1	28.7	24.1	21.9	20.6	24.4	25.9	8.7	69.5
		EV		66.94	74.57	28.92	24.64	22.16	21.03	24.43	25.88	8.61	70.81
		FL		0.26	0.31	0.18	0.20	0.18	0.13	0.15	0.12	0.05	0.66

第 14 表　　地域別体型各測定平均値と期待値

雄羊		体高 Wh	十字部高 Hh	体長 Bl	胸深 Cd	胸巾 Cw	胸前巾 Fcw	腰角巾 Hw	臗巾 Tw	尻長 Rl	管囲 Sc	体重 Bw
北海道	AM	68.9	71.0	81.2	29.7	26.2	24.1	20.9	23.9	26.4	9.6	87.2
	EV		71.50	79.18	29.70	27.20	24.47	21.39	24.19	26.94	9.08	84.82
	FL		0.34	0.60	0.20	0.32	0.16	0.34	0.23	0.17	0.09	2.60
山形県	AM	69.2	72.0	78.4	30.9	27.4	24.6	22.6	24.4	26.9	9.0	87.3
	EV		71.75	79.28	29.77	27.20	24.48	21.53	24.24	27.01	9.09	85.11
	FL		0.32	0.53	0.20	0.28	0.17	0.26	0.26	0.17	0.09	3.60
長野県	AM	77.0	78.7	87.0	30.5	27.0	25.0	22.5	26.0	29.0	9.0	94.6
	EV		78.24	82.01	30.96	27.39	24.70	22.61	24.86	28.66	9.20	88.25
	FL		1.14	2.50	0.30	0.34	0.17	0.60	0.25	0.39	0.14	3.27
福島県	AM	70.1	72.3	78.6	30.2	27.6	24.9	22.1	24.8	27.7	9.1	84.7
	EV		72.50	79.60	28.70	27.20	24.50	21.60	24.30	27.20	9.10	85.40
	FL		0.32	0.55	0.20	0.32	0.15	0.28	0.22	0.17	0.09	1.96
栃木県	AM	71.4	75.0	82.0	31.0	29.0	24.0	24.5	25.0	28.5	9.0	97.6
	EV		73.58	80.05	28.88	27.20	24.54	21.80	24.41	27.47	9.12	85.97
	FL		0.35	0.63	0.22	0.34	0.29	0.47	0.51	0.17	0.09	10.14

雌緬羊		体高 Wh	十字部高 Hh	体長 Bl	胸深 Cd	胸巾 Cw	胸前巾 Fcw	腰角巾 Hw	臗巾 Tw	尻長 Rl	管囲 Sc	体重 Bw
北海道	AM	62.7	65.3	74.4	28.9	24.4	21.9	21.7	23.8	25.6	8.7	70.9
	EV		65.5	74.44	28.68	24.55	22.03	20.96	24.37	25.83	8.58	69.98
	FL		0.25	0.31	0.17	0.20	0.18	0.13	0.15	0.12	0.05	0.66
山形県	AM	63.4	66.05	74.1	28.3	24.9	22.0	20.4	23.5	25.5	8.8	70.5
	EV		66.05	74.50	28.78	24.59	22.09	20.98	24.40	25.85	8.60	70.40
	FL		0.22	0.33	0.16	0.20	0.20	0.13	0.15	0.12	0.06	1.32
長野県	AM	66.0	68.1	75.9	30.3	26.6	23.5	21.8	25.4	26.3	8.6	79.6
	EV		67.98	74.70	29.11	24.72	22.26	21.08	24.48	25.92	8.64	71.65
	FL		0.41	0.91	0.22	0.19	0.33	0.13	0.16	0.12	0.06	3.55
福島県	AM	59.9	63.3	74.2	28.5	24.2	21.8	20.6	24.0	25.4	8.6	66.4
	EV		63.16	74.17	28.28	24.39	21.82	20.82	24.27	25.74	8.53	68.31
	FL		0.58	0.35	0.28	0.20	0.18	0.13	0.15	0.12	0.05	0.93
栃木県	AM	61.9	63.5	77.5	31.0	27.5	23.6	23.0	26.0	27.0	8.7	81.4
	EV		64.94	74.37	28.57	24.50	21.97	20.93	24.34	25.80	8.57	69.56
	FL		0.33	1.32	0.27	0.22	0.44	0.13	0.16	0.12	0.06	5.17
広島県	AM	62.4	64.3	71.6	27.5	22.9	20.8	19.5	23.1	25.0	8.3	59.3
	EV		65.31	74.40	28.65	24.54	22.02	20.96	24.36	25.82	8.58	69.77
	FL		0.28	0.83	0.22	0.22	0.30	0.13	0.16	0.12	0.06	3.10

肉仔羊		体高 Wh	十字部高 Hh	体長 Bl	胸囲 Hg	胸深 Cd	胸巾 Cw	胸前巾 Fcw	腰角巾 Hw	臗巾 Tw	尻長 Rl	管囲 Sc	体重 Bw
北海道	AM	62.5	61.8	68.2	79.6	28.7	21.2	20.7	16.7	19.8	22.7	8.1	12.0
	EV		64.0	67.43	80.52	27.09	20.55	20.76	16.82	19.43	22.51	7.92	12.26
	FL		0.37	0.81	1.29	0.32	0.16	0.35	0.13	0.19	0.14	0.07	0.18
山形県	AM	59.1	60.5	64.7	80.5	25.4	20.8	20.8	16.4	19.0	21.1	7.7	11.3
	EV		61.04	64.81	78.13	26.25	19.85	19.98	15.72	18.27	21.62	7.60	11.03
	FL		0.29	0.48	2.73	0.29	0.16	0.32	0.12	0.18	0.14	0.07	0.17
福島県	AM	61.3	63.7	65.5	82.3	27.0	20.5	20.0	16.3	18.8	22.0	8.3	12.9
	EV		62.95	66.51	79.72	26.80	19.23	19.25	16.43	19.43	22.20	7.85	11.82
	FL		0.29	0.50	1.59	0.26	0.16	0.28	0.12	0.23	0.13	0.09	0.21

3.　地域別緬羊の体型比較　北海道地方，福島，山形，長野，岐阜，広島の各県の地域より出陳された種雄，雌緬羊，肉仔羊の体型各測定部位の平均値，各期待値及び信頼限界を第 14 表に示した。種雄緬羊では北海道からのものは各測定部位の期待値より小さい部位が多く，従つてやや小型であり，福島，岐阜県からのものは各期待値より大きい部位が多く，やや大型であることが認められた。特に岐阜からのものはこの傾向が強く，長野県からのものも大型で両者共に均称度合は良好でなかつた。しかし山形県からのものは均称度合の良好なことが認められた。種雌緬羊では広島県からのものは体型各測定部位共に各期待値より小さく，従つてやや小型であり，山形県からのものも期待値より小さい部位の多いことが認められた。長野，岐阜県からのものは，前者は大型で，後者は前者より小型であるが，期待値より大である部位が多く認められた。北海道，福島県からのものは，後者はやや小型であるが，両者共に後軀を除けば均称度合の良好なことが認められた。肉仔羊では北海道からのものが均称度合の良好なことが認められた

4.　緬羊共進会別体型の比較　前述の研究者達によつて報告された体型各測定部位の平均値とその期待値を第 15 表に示した。福島，山形，岩手，秋田の東北四県の緬羊（T，竹内ら 1948）は，種雄緬羊の胸深を除けば種雄，雌緬羊共に体型各測定部位はいづれも期待値より小さく，体型の小さいことが認められた。昭和 24，25，26 年の全北海道共進会（H，高津ら 1952）の種雄緬羊の体型各測定部

位は各期待値に対して胸深が大で，腰角巾の小さいことが認められた。東北北海道連合共進会（TL，佐々木 1954）の種雄緬羊は体型各測定部位の期待値に対して特に胸深が大で，尻長，腰角巾は小であることが認められた。この種雌緬羊は特に体長，尻長，臆巾，体重が期待値より小であることが認められた。

第 15 表　　緬羊共進会別体型各測定平均値と期待値

			体高 Wh	十字部高 Hh	体長 Bl	胸深 Cd	胸巾 Cw	胸前巾 Fcw	腰角巾 Hw	臆巾 Tw	尻長 Rl	管囲 Sc	体重 Bw
雄羊	T	AM	68.38	69.72	73.98	30.77	20.58		18.14		24.37	8.33	56.56
		EV		71.09	79.01	29.66	27.20	24.45	21.33	24.13	26.84	9.08	84.54
		FL		0.39	0.75	0.24		0.34	0.91	0.59	0.18	0.12	12.02
	H	AM	70.18	72.33	78.76	31.41	23.10		19.95		26.30	9.92	83.37
		EV		72.58	79.64	29.92	27.20	24.50	21.60	24.30	27.22	9.10	85.40
		FL		0.28	0.42	0.20		0.21	0.37	0.35	0.16	0.09	6.16
	TL	AM	71.34	73.08	80.74	32.59		25.01	20.96	24.74	25.99	9.70	86.20
		EV		73.50	80.02	30.08	27.20	24.54	21.80	24.41	27.45	9.12	85.92
		FL		0.35	0.61	0.20	0.35	0.16	0.47	0.22	0.17	0.09	2.41
	Aj	AM	70.1	72.5	79.6	29.9	27.2	24.5	21.6	24.3	27.2	9.1	85.4
		FL		1.43	1.54	0.61	0.85	0.50	0.69	0.61	0.55	0.25	3.16
雌羊	T	AM	62.24	63.47	65.87	27.48	17.93		16.93		21.26	7.11	38.60
		EV		65.16	74.37	28.63	24.53	22.01	20.95	24.39	25.82	8.57	69.56
		FL		0.29	0.83	0.27		0.30				0.06	3.14
	TL	AM	64.82	67.79	72.82	29.61		22.30	20.49	22.94	23.36	8.30	66.21
		EV	6.00	67.10	74.61	28.96	24.66	22.18	21.40	24.44	25.89	8.62	71.06
		FL		0.28	0.56	0.20	0.20	0.23	0.13	0.15	0.12	0.06	1.99
	Aj	AM	63.6	66.2	74.5	28.8	24.6	22.1	21.6	24.4	25.8	8.6	70.40
		FL		0.88	0.85	0.45	0.67	0.53	0.43	0.45	0.37	0.16	2.47

IV　要　　　約

（1） 第1回全日本緬羊山羊共進会（Aj, 1955）に出陳されたコリデール種の種雄緬羊31頭，種雌緬羊65頭，肉仔羊 24 頭から資料を得た。平均生後日数は種雄緬羊560.5日± 22.4日，種雌緬羊 567.8日± 20.1日，肉仔羊199.3 日± 24.8 日であつた。なお比較研究上竹内ら（T，1948），佐々木（TL，1954），高津ら（H，1952）の研究報告からも資料の一部を得た。

（2） 体型上重要な 10 部位及び体重の測定値の生物統計学的恒数を求めたが，Aj の種雄緬羊は胸深を除いて各部位共に T より大きい値を示した。しかし TL，H と比較すれば，胸深は小さく 1 %水準で有意差が認められたが，他の各部位とは類似の値を示した。Aj の雌緬羊も T に対して雄と同じ傾向を示し，TL とも類似の値を示したが，尻長は TL より大きく 1 % 水準で有意差が認められた。肉仔羊は T の雌緬羊とほぼ同じ大きさであることを示した。

（3） 体型各測定部位の体高比は種雄，雌緬羊共に Aj は T，H，TL より大体大きい値を示した。

（4） 相関関係はいずれも正の係数であることが認められた。しかし肉仔羊の相関係数は種雄，雌緬羊の対応する部位間の相関係数より高い値を示し，その相関部位数も最も多く認められた。

（5） 体型各測定部位の回帰係数は種雄緬羊の体長に対する管囲の係数を除けば，全部有意性が認められ，また回帰式も全部直線回帰の有意性が認められた。更に推定値の母平均に対する標準誤差の算定式を示した。

（6） 回帰式により体高を最初の推定基準とした体型各測尺部位の期待値を推定した。

（7） 入賞羊，入賞羊等級別，地域別，共進会別緬羊の各体型と体型各測定部位の期待値との比較を行つたが，上位入賞羊は期待値とよく一致することが認められた。入賞羊等級別体型では，壱等賞緬羊の体型各測定部位平均値は各期待値の信頼限界の上限に，参等賞緬羊ではその信頼限界の下限に近い値を示した。地域別緬羊の体型では種雄

緬羊は山形県，種雌緬羊は北海道，福島県のものが均称度合の良好なことが認められた。共進会別緬羊の体型では雄，雌緬羊共に T は胸深を除けば期待値より小さく，TL, H は期待値に対して特に胸深が大で，腰角巾は小であつた。

擱筆するに当り校閲を賜つた北海道農業試験場畜産部西原技官に対し謹んで感謝の意を表する。

参　考　文　献

1. 堅田　彰・武田　功，1956. 第1回全日本緬山羊共進会の出陳緬羊の体型．畜研 10：631～632.
2. SASAKI, K., 1927. On the determination of a norm for the dairy cow. Jap. Jour. Zootechn. Sci. 3：159～162.
3. 佐々木清綱，1948. 山羊及び緬羊の体型．畜研 2：404～407.
4. 佐々木清綱，1954. 家畜の体型．畜研 8：837～840, 937～940.
5. 高津定雄・渡辺　寛，1952. 北海道におけるコリデール種緬羊の体型と能力について．緬羊とその技術 No. 15：3～17.
6. 竹内三郎・田先威和夫・初瀬三郎・山口清次，1948. コリデール種緬羊の体型に関する生物統計学的研究．日畜会報 18, 3,4：15～22.

Summary

1. The records used in this study were obtained from Corriedale sheep including 31 rams, 65 ewes and 24 fat wether lambs which were exhibited at the First All Japan Sheep and Goat Show (Aj) that was held at Ueno park in Tokyo on October 6-10, 1955. Average growing period was 560.5 ± 22.4 days for rams, 567.8 ± 20.1 days for ewes and 199.3 ± 24.8 days for fat wether lambs. Moreover, some data from the reports of Takeuchi et al. (T, 1948), Sasaki (TL, 1954) and Takatsu et al. (H, 1952) concerned with Gorriedale sheep types in Japan were also used in this study.

2. The biometric constants were calculated for ten physical characters in each of rams and ewes, and for eleven physical characters of fat wether lambs. These physical measurements, as a whole were greater than those for the rams and ewes in T except for chest depth of rams. But the measurements of rams in Aj were very similar to those of rams in TL and H, except that the chest depth of rams in Aj was less than those in TL and H. In the case of ewes, the physical characters in Aj were also very similar to those of ewes in TL; the difference between Aj and TL for the rump length was significant. The measurements of the fat wether lambs were rather slightly similar to those of ewes in T.

3. The withers hight ratio to any other measurements of rams and ewes in Aj were greater than those in each T, H and TL.

4. All correlation coefficients amongst physical characters were positive. The correlations of the fat wether lambs were more significant than those corresponding to each character of the rams and ewes. The most correlations were found among the fat wether lambs in comparison with two groups.

5. All single regression coefficients of physical measurements were signifiacnt except for regression coefficient for shin circumference on body length in rams and all regression equations were also significant.

6. As individuals, the expected measurements for which the starting-point was fixed on the withers height, were calculated for ten physical characters, and eleven physical characters of fat wether lambs as shown in table 10.

7. The measurements of physical characters for the sheep of four exhibition groups were calculated at 1 percent level.

For superior prize sheep, the measurements of physical characters showed coincidence with the expected ones, they indicated the good balance of physical characters.

For sheep classified according to prize grade, the measurements of the first class sheep showed approach nearer to the upper limit of the fiducial limits of the expected measurements than those of the second class sheep, but the third class sheep showed approach near to the lower limit of fidcial limits of the expected measurements.

For sheep compared from differant regions, good balance of physical characters was recognized for the rams exhibited from Yamagata prefecture, and for the ewes exhibited from Hokkaido district and Fukushima prefecture.

For sheep of different sheep exhibitions, rams and ewes according to T showed smaller measurement values than expected except for chest depth, but those in TL and H showed that chest depth was larger and hip width was smaller respectively than the expected meaurements.

草地における繋牧時の乳牛の採食栄養量†

三股正年*・高野信雄*・宮下昭光*・渡会　弘*

THE QUANTITIES OF HERBAGE NUTRITION EATEN BY COWS ON THE PASTURES WHEN TETHER-GRAZING

By Masatoshi MITSUMATA, Nobuo TAKANO, Akimitsu MIYASHITA and Hiroshi WATARAI

I 緒　　言

北海道においては種々なる要因から夏季の生草利用法として，かなり繋牧が利用されているが，合理的な繋・放牧は乳牛の経済的生産性や栄養の面からも望ましいことである。1955年道改良課の乳牛経済検定組合成績によると牛乳1升当りの飼料費が8～15円の7地区[(1)]では年間給与飼料の全飼料単位（F E)中平均46%が繋・放牧により供給され，それと反対に1升の飼料費が25～40円の6地区[(2)]では繋・放牧によるものが平均14%であることが報告されている。諸外国における繋牧の利用はジヤージー及びゲルンジー島の園芸酪農地帯と一部デンマークにおいて集約的草地利用法として行われている。繋・放牧時の乳牛の採食栄養量の査定は合理的な飼料給与もしくは草地利用上からも重要なことであるが，繋牧時におけるこれらの研究は未だ明らかにされていない。一般に放牧時における乳牛の採食栄養量は草地の草質，草量によつてかなりの差のあることが WOODWARD (1936)，SEATH (1942)，HUTCHESON (1948)，大原ら (1954)，SANDAL and GAREY (1955) 及び三股・高野 (1956) らによつて報告されている。これらの点から筆者らは，草質，草量の異なる各草地における繋牧時の乳牛の採食栄養量について研究を行つたので，その成績を報告する。

本試験の実施に当り，貴重な助言と指導を与えられた帯広畜産大学教授大原久友博士並びに北海道大学農学部助教授広瀬可恒博士に衷心より感謝の意を表すると共に終始この試験に協力を惜まなかつた畜産部香月利信，杉原敏弘両技官のご厚志に対し深く敬意を表する。

II 試　験　方　法

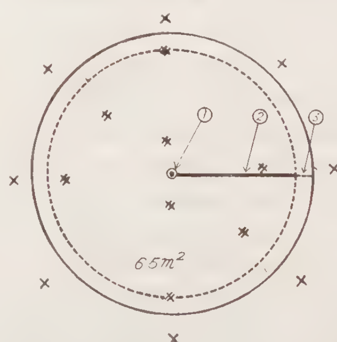
1. 供試草地　当畜産部の牧草放牧，採草について，草質，草量の異なる7草地を使用した。草地の状態については第3表に掲げた。

2. 供試牛　1953，'54 年共に畜産部繋養中のホルスタイン種45頭より条件類似のもの4頭づつを用いた(第1表)。平均3産，体重 624 kg，乳量 12.4 kg，の成牝牛である。

3. 採食量及び採食栄養量の測定

(1) 繋牧に用いた鎖の長さ及び繋牧時間：道内で利用されている繋牧の調査より，繋は3分で12尺の長さとし，1回の繋牧は3時間を単位とした。第1図に示すごとくこの場合乳牛の繋牧時の可動範囲は $65\ m^2$ となる。

(2) 採食草量の測定：採食量は第1図に示すごとく，可食態草量−残食量とした。



① 繋牧用杭，② 繋牧用鎖12尺，③ 鎖と乳牛の口までの間(3尺)，×円周外接部より $1\ m^2$ づつ5～$10\ m^2$ 刈取り可食態草量の推定
キ　3時間の繋牧後 $1\ m^2$ づつ5～$10\ m^2$ 刈取り残食草量の推定

第1図　繋牧試験の調査法

(3) 繋牧前後の植生調査：1草地につき $8\ m^2$ の植生と残食草を刈取り Hand-Separation 法によつて Botan-

---

*　畜産部　牧野研究室
†　本報告は1956年日本畜産学会に要旨発表
(1)　音別村，濱中村，標茶町，根室町，天塩町，遠別町，幌延村
(2)　広島村，江別市，上富良野町，網走市，女満別町，苫前町

第1表　供試牛の状態

年次	牛名	生年月	産次	状態 体重 (kg)	乳量 (kg)	脂肪率 (%)	必要栄養量 固形量 (kg)	D.C.P (g)	T.D.N (kg)	給与濃厚飼料 (kg)
1953	北畜5号	20.3	6	666	20.0	3.4	17.5	1650	11.7	3.6
	北畜10号	21.4	4	608	12.0	3.9	14.5	1193	9.2	2.6
	ヘンドリック ロメオ セジスカンナ	25.8	1	602	13.0	3.9	14.8	1248	9.4	3.8
	ヘンドリック ロメオ セジス ネリー	24.4	2	561	23.0	3.5	16.0	1795	11.9	6.0
1955	北畜10号	21.4	5	640	—	—	12.0	405	5.4	3.6
	文月	27.7	1	588	9.4	4.1	14.0	970	8.0	3.0
	ヘンドリック ロメオ セジス ネリー	25.8	3	650	11.3	4.3	15.0	1175	9.4	3.0
	ヘンドリック ロメオ プリリー フラワー	25.1	3	694	10.8	3.8	15.5	1070	8.8	4.0
平均	—	—	3	624 ±43	12.4 ±6.9	3.8	14.9	1188	9.2	3.7

ical Composition を調査の上，各草種の割合に応じて Composite-Sample を作り栄養成分の分析を行つた

(4) **採食栄養量の測定**：繋牧前後の草地の栄養成分の分析より可食態草中栄養量－残食草中栄養量とした。

(5) **採食 D.C.P. 及び T.D.N**：MORRISON の各適合消化率を引用し計算した。

4. 試験牛の管理　各試験牛は試験開始前3～5日間充分繋牧に馴致させてから行つた。日常の飼養は畜産部の夏季一般管理法に準ずるが，朝5時搾乳と同時に一定量の配合飼料を給与し，朝7時半各草地へ誘導後なるべく草質，草量の均一なる個所に3時間繋牧した。午後は畜産部の牛群と放牧を行つた。なお降雨の日は試験を中止した。

5. 気象観測　試験当日の気温，湿度及び日照時間を調査した。

6. 繋牧試験調査例教　1草地につき原則として4頭を延5日間計20例とした。

7. 飼料分析　一般組成は公定法によつた。Carotene は A.O.A.C 法の Forage 中の Carotene 測定法により行つた　Cao および P_2O_5 は A.O.A.C 法によつた。

8. 道内における繋牧利用状況調査　北海道酪農青年研究連盟の48酪農家について調査した。

III　試験成績及び考察

1. 本道における繋牧利用状況　北海道酪農青年研究連盟の48酪農家における夏季生草の利用法は第2表に示したごとくである。繋牧のみによる利用農家が21.4%繋牧及びその他の方法との利用を併せると49.1%に達し，かなりの利用が示された。また同調査によると本道の繋・放牧利用期間は平均133日で最長180日，最短90日であつた。

第2表　繋牧利用状況

区分	利用割合 (%)
繋牧	21.4
繋牧＋青刈	22.9
繋牧＋放牧＋青刈	11.5
繋牧＋放牧	14.7
放牧＋青刈	11.5
青刈	8.2
放牧	9.8

2. 供試草地の草生状況並びに繋牧地草と残食草の植生及び栄養組成

供試草地の草生と繋牧前後の植生及び栄養組成については第3表に示した。繋牧前後の植生の変化については，平均繋牧前は35.2%の荳科草に対し残食草は17.1%に減少し，荳科草が好食され，禾本科草でも葉部の採食が示された。放牧時と同じようにかなりの選択採食が繋牧の場合においても認められた。また繋牧前の植生と残食草の栄養成分についても選択採食にともない残食草は植生に対し蛋白質，脂肪，石灰，燐酸及びカロチン含量が少ないのに対し，固形量，繊維，灰分が多かつた。放牧時における乳牛の選択採食については大原ら（1954）は放牧地草に対し採食する部位の草は蛋白質1.8倍，脂肪1.5倍，カロチン2.2倍の栄養成分の高いことを報告した。また HARDISON ら（1954）は放牧地における肉牛の選択採食の研究でも採食部は放牧地草より蛋白質，脂肪に富み，繊維含量低く且つ消化率が高いことを示し，これら選択採食の程度は草地の草質，草量に左右されることを報告している。

第 3 表　　供試草地の草生状況並びに繫放地草と残食草の植生及び栄養組成

年次	調査月日	繫放試験例数	供試圃場番号	草生状況	平均反当草量 (kg)	主なる草種	区分	草生状況 (%) 荳科	禾本科	雑草	栄養組成（無水物中%） 固形量	粗蛋白質	粗脂肪	NFE	粗繊維	粗灰分	石灰	燐酸	カロチン (mg)
1953	6. 8 〜 6.13	20	28	1 番草	1250	オーチヤード 白クロバー	O①	24.7	75.3	—	19.7	12.6	7.3	54.8	17.7	7.6	0.86	0.51	11.4
							R②	5.0	95.0	—	23.0	11.6	6.0	55.3	20.2	6.9	0.65	0.43	10.7
	6.16 〜 6.20	20	24	1 番草	500	チモシー オーチヤード 赤クロバー 雑草	O	2.5	96.0	1.5	28.4	10.0	3.9	59.3	19.9	6.9	0.74	0.56	6.3
							R	—	96.5	3.5	34.2	8.8	3.4	61.3	17.6	8.9	0.67	0.35	4.0
	7.20 〜 7.24	40	28	2 番草	400	オーチヤード 白クロバー	O	5.0	95.0	—	20.2	17.5	6.5	48.6	14.3	13.1	0.64	0.49	10.7
							R	1.0	99.0	—	21.8	9.4	4.3	52.7	22.0	11.6	0.50	0.32	8.7
	8.24 〜 8.29	20	21	2 番草	1600	赤クロバー オーチヤード	O	67.0	33.0	—	20.2	18.6	4.8	49.2	16.9	10.5	1.68	0.50	10.6
							R	25.0	75.0	—	20.0	14.9	4.6	47.3	19.1	14.1	0.95	0.50	8.2
1955	7.16 〜 7.28	36	24	1 番草	1300	ラジノクロバー オーチヤード レツドトツプ	O	58.8	32.6	8.6	20.3	16.0	4.3	50.7	20.1	8.9	—	—	—
							R	40.9	50.1	9.0	24.9	13.6	3.9	52.4	21.6	8.5	—	—	—
	8. 9 〜 8.13	20	21	2 番草	1000	オーチヤード 赤クロバー	O	46.2	51.5	2.3	24.2	16.2	5.5	49.0	21.1	8.2	—	—	—
							R	23.1	75.6	1.3	28.8	13.3	5.3	49.2	21.9	10.3	—	—	—
	9.25 〜 9.29	20	24	2 番草	1100	ラジノクロバー オーチヤード	O	42.3	55.7	2.0	19.6	20.6	5.9	48.3	15.2	10.0	—	—	—
							R	24.7	74.0	1.3	20.4	17.3	5.4	51.9	14.8	10.6	—	—	—
合計又は平均		176	—	—	—	—	O	35.2 (100)	62.7 (100)	2.1 (100)	21.8 (100)	15.9 (100)	5.5 (100)	51.4 (100)	17.9 (100)	9.3 (100)	0.98 (100)	0.51 (100)	9.7 (100)
							R	17.1 (48)	80.7 (129)	2.2 (104)	24.7 (113)	12.7 (80)	4.7 (85)	52.9 (103)	19.6 (109)	10.1 (109)	0.69 (70)	0.40 (78)	7.9 (81)

註）① 繫牧前の植生　② 繫牧後の残食草　（　）内数字は O を 100 とした時の比数。

第 4 表　　各草地における乳牛 1 時間当りの採食栄養量*

年次	圃場番号及び草生状態	調査例数	主なる草種	草生状況 (%) 荳科	禾本科	雑草	反当平均生草量 (kg)	草量 生草量 (kg)	固形量 (kg)	栄養量 D.C.P (g)	T.D.N (kg)	無機質 石灰 (g)	燐酸 (g)	カロチン (mg)
1953	28(1)①	20	オーチヤード 白クロバー	24.7	75.3	—	1248±135	12.5±0.3	1.86±0.05	190±13	1.35±0.14	24.6	12.4	238
	24(1)	20	チモシー オーチヤード 赤クロバー 野草	2.5	96.0	1.5	504±58	5.7±0.8	1.32±0.07	108±16	0.96±0.14	11.4	10.1	124
	28(2)	20	オーチヤード 白クロバー	5.0	95.0	—	418±78	4.4±1.2	0.84±0.2	151±21	0.55±0.08	6.7	5.6	106
	28(2)	20	オーチヤード 白クロバー	5 0	95.0	—	409±50	4.7±0.9	0.90±0.2	153±21	0.61±0.14	6.8	5.7	111
	21(2)	20	赤クロバー オーチヤード	67.0	33.0	—	1594±189	16.1±2.8	3.30±0.56	492±66	2.31±0.45	86	18	505
1955	24(1)	36	ラジノクロバー オーチヤード レツドトツプ	58.8	32.6	8.6	1341±261	12.7±2.0	1.75±0.44	298±50	1.30±0.33	—	—	—
	21(2)	20	オーチヤード 赤クロバー	46.2	51.5	2.3	959±98	9.7±1.3	1.80±0.33	271±36	1.30±0.21	—	—	—
	24(2)	20	ラジノクロバー オーチヤード	42.3	55.7	2.0	1073±51	11.8±0.46	2.20±0.12	414±51	1.30±0.14	-	-	—

註）* 12 尺の繫牧鎖で 3 時間繫牧の場合，① （　）内数字 1 は番草は 1 番草，2 は 2 番草。

3. 各草地における乳牛1時間当りの採食栄養量

各草地条件下における採食栄養量は第4表に示した。採食生草量は草地の草量と密接な関係が示され，鎖の長さが 12 尺で3時間の繋牧時間においては1時間当り反当生草量のほぼ 1/100 の草量が採食された。採食 D.C.P は繋牧草地の草量と共に荳科の混生割合にかなり強く影響されることが示された。カロチンは1時間当り 100〜500 mg の採食であつた。放牧地の草量と乳牛と採食量の関係につ



第3図　不良草地における繋牧試験の状況



第4図　繋 牧 用 杭 と 鎖



第5図　繋　牧　状　況



第6図　選 択 採 食



第7図　不良草地における繋牧

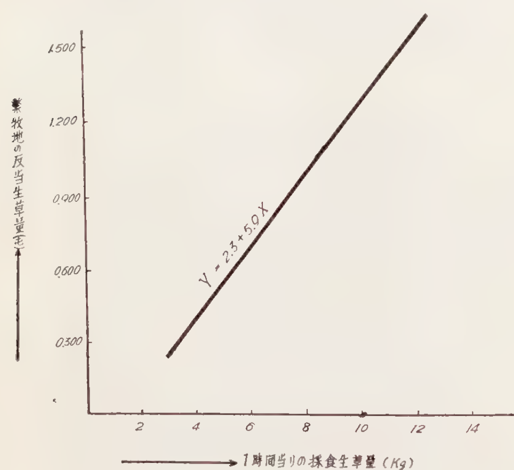
反当生草量500kg，荳科草を5％含む1番草地，乳牛の採食生草量は1時間当り 5.7 kg，D.C.P 108 g，カロチン 124 mg であつた。



第8図　良好草地における繋牧

反当生草量 1600 kg，荳科草 67 ％を含む2番草地，乳牛の採食生草量は1時間当り 16.1 kg，D.C.P 492 g，カロチン 505 mg であつた

いては WOODWARD (1936)はエーカー当り4000ポンドの草量の場合1日当り154ポンドの採食をしたのに対し800ポンドの草量の場合は50ポンドにとどまつたことを報告した。大原ら (1954) は反当340 kg の不良草地では1時間当り 3.95 kg の生草量と 120 g の D.C.P 及び 131 mg のカロチンの採食が行われたのに対し，反当 1600kg の草地では 8.53 kg の生草と 330 g のD. C. Pと 213 mg のカロチンの採食が行われたことを報告している。また ROSE (1950), 三股・高野 (1956) は草地改良によつて放牧された乳牛の産乳効果や牧養力が向上されることを報告している。繋牧は放牧の場合よりも採食可能面積が限定されるので採食栄養量は繋牧地の草質，草量にかなりの影響を受けるものと思考される。今回の成績から効果的な採食を期待するためには繋牧地は反当草量で約 700～1000 kg で，しかも豆科草が 30～60 %含まれる草地が望まれる



1) 繋牧用鎖 12尺		4) 気象状態	
2) 繋牧時間 3時間		平均気温	19.3±4.4°C
3) 乳牛の状態		最高気温	25.5±4.7°C
体重	626±43kg	湿 度	71.4±9.5%
乳量	12.4±6.9kg	9時気温	22.1±5.0°C
		平均風速	1.50±0.9m/Sec

第2図 繋牧地の反当生草量と採食量の関係

4. 草地状態と採食栄養量の相関性

今回行つた176例の調査より，反当生草量と採食量及び反当蛋白質量と採食 D.C.P の相関性について検討した。反当生草量と採食量の間には $r = 0.8111$ の強い相関性が示され，第2図に示すごとく $Y = 2.3 + 5.9X$ の回帰式が示された。Y は1時間当りの採食生草量 kg，X は反当生草量トンである。反当蛋白質生産量と採食 D.C.P の間には $r = 0.9036$ の強い相関が示された。

IV 摘 要

1953，1955 年にわたり各草地条件下における乳牛の繋牧時の採食栄養量についての結果を摘要すれば次のごとくである。

1. 北海道において夏季生草利用法としてかなり繋牧が行われていることが示された。また本調査では繋・放牧利用期間は平均 133 日，最長 180 日，最短 90 日であつた。

2. 繋牧時においてもかなりの選択採食が示され，豆科草や禾本科草の葉部が好食され，繋牧前の生草に対し残食草は蛋白質，脂肪，石灰，燐酸及びカロチン含量が低く，反対に繊維含量が高かつた。

3. 繋牧時における採食栄養量については繋牧草地の草質，草量にかなり影響されることが示された。

4. 草地状態と採食栄養量の相関性については，反当生草量と採食量の間には 0.8111 の強い相関が示された。また反当蛋白質生産量と採食 D.C.P の間には 0.9036 の強い相関が認められた

V 参 考 文 献

1) HARDISON, W. A., J.T. REID., C.M. MARTIN. and P.G. WOOLFOIK (1954) Degree of herbage Selection by grazing cattle. J. Dairy Sci. 37. 1: 89～102.

2) 北海道農務部農業改良課 (1955) 乳牛経済検定成績に関する考察 農業改良普及資料 昭和30年3月

3) 三股正年・高野信雄・香月利信 (1955) 笹地更新による牧草放牧地の利用試験 II. 畜産の研究 9. 12: 1271～1272.

4) 大原久友・三股正年・高野信雄 (1954) 良好放牧地と不良放牧地における乳牛の採食栄養量 北農試彙報 67 号.

5) ROSE, C. J. (1950) The economics of fertilizing natural veld as show by dairy animals. Empire J. Exp. Agr. 20. 7: 35～42.

6) SANDAL, P. C. and C.L. GAREY, (1955) Effect of topdressing permanent pastures with superphosphate on beef yield and distribution of available P_2O_5 in the soil. Agr. J. 47, 5: 229～232.

7) SEATH, D.M. (1942) Profitable permanent pastures for dairy cattle. La. State Unive. Bul. 341.

8) WOODWARD, T.E. (1936) The quantities of grass that dairy cows will graze. J. Dairy SCi., 19. 6; 347～358.

Résumé

A comparative study was carried out on the quantily of nutritive matter whith could be eaten under various pasture conditions by tether grazing dairy cow in Hokkaido.

The results obtained may be summarized as follows:

1. The summer season in Hokkaido was found to be considerably utilized for tether grazing.

2. Discriminative grazing was found in almost tether grazing observations. As dairy cows grazed selectively, the residual portion of the herbage was always inferior in its nutritive composition as compared with whole tether grazing vegetation, being lower in protein, fat, calcium, phosphorous and carotene contents and higher in fiber content.

3. The quantities of herbage nutrition eaten by tether grazing cows have an important effect upon pasture vegetation.

4. Highly significant positive 0.8111 correlation was found among pasture green forage yield and quantity of herbage eaten by tether grazing cows. This relation may also be expressed in the form of regression equation: Y 2.3 + 5.9 X, Y = quantities of green herbage capable of being eaten kg. tether grazing cow per head per 1 hour when about 12 feet tether chain and 3 hours tethering. X = pasture green herbage yields Ton's per 10 a. In all trials with Holstein cows used, average live weight was 624 ± 43 kg. and 12.4 ± 6.9 kg. milk production; average climatic conditions in experiment period were 19.3 ± 4.4 °C average temperature and 71.4 ± 9.5 % humidity. Also highly significant positive 0.9036 correlation was found among pasture protein yield and capable eating D.C.P. by cows.

北海道における重粘性土壌の研究

——重粘性土壌に対する砂客土効の果について——

森　哲郎*・深井　強**

STUDIES ON THE HEAVY CLAY SOILS IN HOKKAIDO

—INFLUENCE OF THE SAND ADMIXING ON THE HEAVY CLAY SOIL—

By Tetsuro MORI and Tsuyoshi FUKAI

緒　　　言

著者らの1人森はさきに紋別市小向の重粘土壌の理化学的性質及び無機膠質物の種類について報告した。[1)2)] これによれば小向の重粘性土壌は Hydrated halloysite を主要粘土鉱物とする多量の粘土を含有し，きわめて堅密な状態を呈しており，また可塑性・粘性は著しく大きいため，通気・通水が阻害されて過湿に陥り易く，有用細菌の発育も悪くなり，作物根の伸長は妨げられて生育もはなはだ不良である。また耕起はなはだ困難となり，耕作に多大の労力を必要とする。これら物理的に不良な土壌を形成する原因として，粘土含量の大なること，及びそれを構成する粘土鉱物の特質に基くことは既に予想したところである[1)2)]が，かかる重粘性土壌の劣悪なる性質を改良する方法として SCHUMACHER が既に古くから粘土質土壌の改良法として排水・深耕・石灰の施用，有機物の加用と共に砂客土をあげているように，砂を混入し粘土の含有割合を調節することが考えられる。

かかる観点に基き，さきに千葉は2，3の圃場実験を実施して，砂客土が作物の収量に好影響を与え，且つ過重な耕作労力を軽減することを見出した。[3)] 著者らは更にこの重粘性土壌における砂客土の効果の意義を明らかにせんとして，1953年から1955年にわたり再度実験を行い，収量の増加に対する再確認をするとともに，増収の意義を土壌の理化学性の変化から考察検討し，併せて農耕作業労力の軽減に対する意義についても1，2の検討を行い，一応の成果をえたのでここに報告する。

本実験を行うに当り終始ご教示を賜った当場農芸化学部長西潟高一技官，種々有益な示唆をえた北海道立農業試験場上川支場（前紋別重粘地研究室長）千葉登技師，圃場実験に協力をえた土じょう肥料第2研究室全員，理化学分析の一部を擔当した土じょう肥料第8研究室長坂井弘技官，同小餅ヤエ技官，理学性分析器具の使用について助言協力をえた農業土木研究室佐藤博技官に対し深甚の謝意を表する。

* 農芸化学部　土じょう肥料第3研究室
** 同　　　　土じょう肥料第2研究室

実　験　計　画

実験は紋別市小向に設置されている北海道農業試験場土じょう肥料第2研究室圃場を用い，1区面積を3坪として次の試験区を設け，3年連続して作物を栽培し，毎年収穫後作物の収量及び土壌の理化学的性質を調査した。

試験区別

1. 堆肥不施用　無客土区
2. 　同　　3立坪（反当）砂客土区
3. 　同　　5立坪（反当）砂客土区
4. 堆肥施用　無客土区
5. 　同　　3立坪（反当）砂客土区
6. 　同　　5立坪（反当）砂客土区

堆肥施用区は堆肥を毎年反当400貫あて施した。

供試作物及び1区当施肥量は次のごとくである。

年次	供試作物	窒素	燐酸	加里
1953年	小麦（農林29号）	30 g	48 g	36 g
1954年	馬鈴薯（農林1号）	41 g	48 g	45 g
1955年	燕　麦（前進）	21 g	48 g	24 g

但し窒素は硫安，燐酸は過燐酸石灰，加里は硫酸加里を使用した。

供試した砂は実験圃場より約1kmの距離にあるオホ

ーツク海岸の海砂で，その母材は粘板岩，チヤート最も多く，これに石英，輝緑岩，安山岩を含んでいる。また花崗岩，流紋岩，砂岩，硝子もきわめて少量であるが混在している。

供試した実験圃場の土壌及び客入した海砂の理化学的性質は第1表のごとくである。

実 験 結 果

1. 作物の生育及び収量調査

1953年から1955年にわたる間の作物の生育並びに収量調査の結果は第2表のごとくである

第 1 表　　実験圃場の土壌及び客入砂の理化学的性質

A. 機 械 分 析 結 果*

種類	礫 ＞2 mm %	粗砂 2～0.25 mm %	細砂 0.25～0.05 mm %	微砂 0.05～0.01 mm %	粘土 0.01 mm＞ %
土壌**	0.16	0.54	6.32	21.04	71.96
砂	2.87	91.14	5.19	0.06	0.74

* 日本農学会法による，　** 実験圃場内5カ所より採取せる試料の分析平均値。

B. 理 化 学 的 性 質*

種類	水分 (%)	真比重	容積比重		孔隙量(%)		容水量(%)		10 cm の高さに水を吸昇せし時間 (分)	最大容気量 (%)		pH	置換酸度 (Y^1)	腐植 (%)
			粗	密	粗	密	重量	容量		粗	密			
土壌	5.32	2.41	0.68	0.87	71.7	63.8	66.0	57.4	147	66.4	58.5	4.91	27.0	9.02
砂	0.61	2.68	1.54	1.59	42.6	40.7	0.0	0.0	—	42.0	40.1	7.03	0.0	—

* 風乾土について測定

第 2 表　　栽培作物の生育収量調査結果

A. 小　麦（農林29号）　1953年

区別	出穂期 月 日	成熟期 月 日	成熟期 草丈 cm	茎数 本	穂長 cm	1区当収量 總重量 kg	茎稈重 kg	子実重 kg	子実収量割合
堆肥不施用無客土区	7.15	8.19	95.6	43	8.9	4.15	2.15	1.55	100
同　3立坪砂客土区	7.15	8.18	100.0	46	8.8	4.80	2.60	1.62	104
同　5立坪砂客土区	7.15	8.18	98.0	50	8.8	4.60	2.30	1.71	110
堆肥施用無客土区	7.16	8.19	101.8	43	8.9	5.05	2.70	1.65	106
同　3立坪砂客土区	7.16	8.19	107.7	45	9.0	5.50	2.90	1.81	117
同　5立坪砂客土区	7.16	8.19	100.0	48	9.0	5.50	2.80	2.00	129

播種期　5月14日，　発芽期　5月28日，　収穫期　8月24日。

B. 馬 鈴 薯（農林5号）　1954年

区別	発芽期 月 日	開花期 月 日	枯凋期 月 日	開花期 草丈 cm	茎数 本	1区当収量 個数	薯重量 kg	収量割合
堆肥不施用無客土区	7. 2	8. 7	9.11	39.2	2	224	13.15	100
同　3立坪砂客土区	6.29	8. 6	9. 9	42.5	3	241	16.86	128
同　5立坪砂客土区	6.28	8. 6	9. 9	45.5	2	227	16.62	126
堆肥施用無客土区	7. 2	8. 7	9.10	48.0	2	243	16.94	129
同　3立坪砂客土区	6.28	8. 6	9. 9	51.9	3	267	20.82	158
同　5立坪砂客土区	6.27	8. 6	9. 9	49.6	3	278	21.95	167

播種期　5月21日，　収穫期　9月30日。

C．燕　　麦（前　進）　1955 年

区別	出穂期	成熟期	成熟期			1 区当収量			子実収量割合
			草丈	茎数	穂長	総重量	茎稈重	子実重	
	月　日	月　日	cm	本	cm	kg	kg	kg	
堆肥不施用無　客　土　区	7.17	8.16	9.26	19	23.6	7.73	3.74	3.57	100
同　3 立坪砂客土区	7.16	8.15	100.1	20	25.1	7.63	3.53	3.68	104
同　5 立坪砂客土区	7.15	8.15	101.2	21	26.5	8.15	3.50	4.15	116
堆肥施用　無　客　土　区	7.17	8.15	91.4	20	25.8	7.20	3.13	3.50	98
同　3 立坪砂客土区	7.15	8.15	101.0	20	27.2	8.49	4.19	3.88	109
同　5 立坪砂客土区	7.15	8.15	101.4	20	26.7	9.01	4.18	4.30	121

播種期　5 月 1 日，　発芽期　5 月 17 日，　収穫期　8 月 22 日。

これらの結果によれば各作物とも砂の客入によつて生育が促進され，且つ良好となる。即ち小麦においては成熟期に 1 日，馬鈴薯においては発芽期に 3 ～ 5 日，開花，枯凋期に 1 ～ 2 日，燕麦においては出穂，成熟期に各 2 ～ 1 日とそれぞれ生育日数の短縮がみられ，また各期の草丈，茎数は砂客土によつておおむね増大している。収量については砂客土の効果は著しく，5 立坪客土区最もまさり，3 立坪客土区はこれに次いでおり，特に馬鈴薯に対する効果は顕著である。

また堆肥施用によつて馬鈴薯の著しい増収をはじめ，小麦においても増収がみられるが，砂客土の併用によつて堆肥の効果が一層増大しているのが認められる

2．土壌の物理的性質の変化

以上の結果から砂客上の作物収量に及ぼす効果は明らかであるが，これは砂客土による土壌の物理化学的変化に基くものと考えられる。よつてまず物理的諸性質の変化について究明せんとして以下の実験を行つた。

当初砂を客入した直後と第 1 年目，第 2 年目の作物収穫後の表土を採取し，風乾した後測定した粒径分布並びに物理的諸性質は第 3 表，第 4 表のごとくである

第 2 表　各試験区土壌の粒径分布 *

A．砂客土直後

区別	礫 >2 mm %	粗砂 2 ～0.25mm %	細砂 0.25～0.05 mm %	微砂 0.05～0.01 mm %	粘土 0.01mm > %
堆肥不施用 3 立坪砂客土区	0.91	22.46	7.99	16.19	52.45
同　5 立坪砂客土区	1.05	23.31	8.30	17.59	49.75
堆肥施用　3 立坪砂客土区	0.71	21.39	8.80	17.11	51.99
5 立坪砂客土区	1.08	23.48	10.06	17.79	47.59

*　日本農学会法による

B．作物収穫跡地

区別	小麦					馬鈴薯				
	礫 >2 mm %	粗砂 2～0.25mm %	細砂 0.25～0.05mm %	微砂 0.05～0.01mm %	粘土 0.01mm > %	礫 >2 mm %	粗砂 2～0.25mm %	細砂 0.25～0.05mm %	微砂 0.05～0.01mm %	粘土 0.01mm > %
堆肥不施用無　客　土　区	0.04	0.61	7.46	24.58	67.32	0.03	0.59	5.94	21.55	71.89
同　3 立坪砂客土区	0.75	17.01	9.25	17.18	55.81	0.74	15.75	8.33	21.22	53.96
同　5 立坪砂客土区	0.80	26.26	7.94	15.38	49.62	0.99	28.43	7.95	16.84	45.79
堆肥施用　無　客　土　区	0.08	0.97	6.67	23.56	68.72	0.10	1.27	7.49	21.30	69.84
同　3 分坪砂客土区	0.65	15.27	7.99	20.88	55.21	0.72	24.00	9.01	14.01	52.26
同　5 立坪砂客土区	1.11	30.09	7.84	14.91	46.05	1.28	30.84	10.03	14.18	43.67

第 4 表 各試験土壌の物理的性質（風乾土）

区別	水分(%)	真比重	容積比重		孔隙量(%)		容水量(%)		10 cm の高さに水を吸昇せし時間(分)	最大容気量(%)	
			粗	密	粗	密	重量	容量		粗	密
A. 砂客土直後											
堆肥不施用 3 立坪砂客土区	3.71	2.47	0.84	1.01	66.1	59.3	48.6	49.1	109	62.4	55.6
同 5 立坪砂客土区	3.67	2.46	0.85	1.05	65.4	57.4	48.8	51.2	123	61.7	53.7
堆肥施用 3 立坪砂客土区	4.87	2.48	0.77	0.91	69.1	63.4	52.9	48.1	97	64.2	58.5
同 5 立坪砂客土区	3.61	2.48	0.88	1.06	64.4	57.5	49.8	52.8	120	60.8	53.9
B. 小麦収穫跡地											
堆肥不施用無客土区	4.89	2.38	0.68	0.87	71.4	63.4	66.9	58.2	242	66.5	58.5
同 3 立坪砂客土区	3.14	2.40	0.77	0.95	67.9	60.6	57.6	54.7	211	64.8	57.5
同 5 立坪砂客土区	3.33	2.51	0.89	1.09	64.5	56.6	44.1	48.1	224	61.2	53.3
堆肥施用 無客土区	4.56	2.42	0.73	0.95	69.8	60.9	60.5	57.5	237	65.2	56.3
同 3 立坪砂客土区	3.83	2.48	0.83	1.04	66.6	58.1	49.4	51.4	207	62.8	54.3
同 5 立坪砂客土区	3.66	2.50	0.88	1.08	65.0	56.8	46.5	50.2	232	61.3	53.1
C. 馬鈴薯収穫跡地											
堆肥不施用無客土区	4.33	2.44	0.76	0.90	68.8	63.0	60.0	54.0	159	64.5	58.8
同 3 立坪砂客土区	3.63	2.46	0.82	0.96	66.1	60.5	52.2	50.1	126	62.5	56.9
同 5 立坪砂客土区	3.39	2.54	0.93	1.03	61.9	57.8	45.9	47.3	135	58.5	54.4
堆肥施用 無客土区	3.92	2.43	0.78	0.91	68.1	62.6	60.0	54.6	169	64.2	58.7
同 3 立坪砂客土区	2.92	2.49	0.91	1.04	63.4	58.1	51.2	53.2	136	60.7	55.2
同 5 立坪砂客土区	2.67	2.52	1.03	1.14	59.2	54.6	43.1	49.1	143	56.5	51.9

粒径分布においては砂を客入した結果，礫（径 2 mm 以上），粗砂（2～0.25mm）が増大し，粘土（0.01mm以下）は減少する傾向が見られる。これは客土に用いた砂の 91 %が粒径 2～0.25 mm の粗砂によつて占められていることからして当然であろう。また堆肥を施した区は無堆肥区に比し粗砂含量が大で，粘土含量小なる傾向が見られる。

各試験区の表土について測定した物理的性質においては，比重は無客土区＜3立坪客土区＜5立坪客土区の順で客入した砂の量を増すに従つて増大している。孔隙量，容水量，容気量及び実験室内の湿度において吸湿せる水分量は無客土区＞3立坪客土区＞5立坪客土区の順に減少している。SCHÜBLER[4] は土壌の粘土含量が大なるに従い，比重を減じ，保水力，水蒸気の吸収を増加することをみており，RUSSEL[5] もまた粘土含量によつて最大水分保持量が増大することを見ている。更に LYON，BUCKMAN[6] らは砂質土壌の孔隙量，吸湿係数は重粘性土壌のそれらに比して小であることを報告し，BAVER[4] も砂の全孔隙量は粘土のそれより小なる傾向を有することを指摘しているが，本実験の結果はこれらとよく一致している。ただ 10cm の高さに水を吸昇する毛管上昇速度は無客土区が最も遅く，3 立坪客土区が最も速い。これは無客土区は粘土含量が著しく大きく，毛管孔隙量は大であるが，毛管上昇に対する摩擦抵抗が大なるために上昇速度が遅く，また 5 立坪客土区は非毛管孔隙量が過大になつているためと思われる。堆肥施用による影響はこれらの結果からは明らかな傾向を見出しえなかつた。

以上は第 1 年目，第 2 年目収穫跡地土壌の風乾物について測定したものであるが，粘土含量が大で堅密な土壌を形成している重粘地においては，風乾土に対して測定した物理的性質をもつて現場を推察することは必ぎしも妥当でないことが多い。よつて自然状態の物理的性質も併せて，更に 2，3 の物理的性質を検討せんとして，第 3 年目燕麦収穫跡地土壌について次の実験を行つた。

まず地表より 5 cm 毎に 4 層の土壌を採取し，その機械分析を行つた結果は第 5 表のごとくである。

第 5 表 燕麦収穫跡地土壌の機械分析結果

試験区別	層深 (cm)	礫 ＞2 mm (%)	粗砂 2〜0.25mm (%)	細砂 0.25〜0.05mm (%)	微砂 0.05〜0.01mm (%)	砂分 (%)	粘土 0.01mm＞ (%)
堆肥不施用 無客土区	0〜5	tr	0.53	5.26	19.65	25.44	74.56
	5〜10	tr	0.46	5.10	21.29	26.85	73.15
	10〜15	tr	0.28	3.02	13.94	17.24	82.76
	15〜20	tr	0.52	6.18	9.13	15.83	84.17
同 3立坪砂客土区	0〜5	0.55	15.89	6.62	17.61	40.67	59.33
	5〜10	0.47	15.73	7.93	19.89	44.02	55.98
	10〜15	0.18	4.98	4.02	15.30	24.48	75.52
	15〜20	0.01	0.42	4.25	9.86	14.54	85.46
同 5立坪砂客土区	0〜5	0.88	23.20	6.51	15.26	45.85	54.15
	5〜10	0.79	25.49	7.84	16.38	50.50	49.50
	10〜15	0.22	5.62	6.32	20.19	32.35	67.65
	15〜20	0.02	0.55	5.72	15.58	21.87	78.13
堆肥施用 無客土区	0〜5	tr	0.88	5.95	18.12	24.95	75.05
	5〜10	tr	0.80	6.65	21.47	28.92	71.08
	10〜15	tr	0.48	4.95	17.92	23.35	76.65
	15〜20	tr	0.16	2.29	13.92	16.37	83.63
同 3立坪砂客土区	0〜5	0.47	17.19	7.32	16.43	41.41	58.59
	5〜10	0.34	14.28	8.42	20.04	43.08	56.92
	10〜15	0.08	2.68	5.75	16.77	25.28	74.72
	15〜20	tr	0.41	6.13	10.55	17.09	82.91
同 5立坪砂客土区	0〜5	0.94	28.12	6.97	14.06	50.09	49.91
	5〜10	1.07	34.69	8.37	13.91	58.04	41.96
	10〜15	0.39	12.52	6.98	17.48	37.37	62.63
	15〜20	0.07	1.95	6.55	19.58	28.15	71.85

各区の地表下 0〜5 cm，5〜10cm の 2 層については前 2 カ年の結果とほぼ一致しており，砂客土区は粗砂含量を増大し，粘土含量を減じている° 10〜15 cm，15〜20 cm の 2 層も同様の傾向がみられるが，無客土区の第 3，第 4 層，3 立坪客土区の第 4 層は第 6 表に示される表土の深さから，もともと粘土含量の著しく大なる心土に属するため，粒径分布にほとんど差を示していない。即ち砂客土によつて表土の厚さが増大していることが認められる。

第 6 表 試験区の表土の深さ

	無客土区	3 立坪砂客土区	5 立坪砂客土区
堆肥不施用	13.4cm	16.0cm	17.6cm
堆肥施用	13.6	15.9	17.8

各区においてはいずれも第 2 層(5〜10 cm)の粘土含量が最も少なく，第 3 層以下において著しく増大しているが，粗砂含量は無客土区，3 立坪客土区においては第 1 層最も大で，5 立坪客土区は第 2 層において最大を示している。即ち 5 立坪客土区は粗砂がかなり下層へ沈下集積するものと考えられる。堆肥施用区と堆肥不施用区の間においては堆肥施用区の方が粘土含量が少ない。

次に高さ 5 cm，底面 100 cm²，内容 500 cm³ の厚板ブリキ製円筒をもつて各区の地表下 5 cm ごとに 4 層の土壌を自然状態のまま採取し，その土壌実積，孔隙量，容水量，容気量を測定した結果は第 7 表のごとくである。

また風乾土について測定した吸湿度，水分当量は第 8 表のごとくである。

これらの結果によれば，客入した砂の量を増大するに

第 7 表　土壌の 3 相（土壌―水―空気）*

区別	層深cm	堆肥不施用 実積 %	堆肥不施用 孔隙 %	堆肥不施用 容水量%	堆肥不施用 容気量%	堆肥施用 実積 %	堆肥施用 孔隙 %	堆肥施用 容水量%	堆肥施用 容気量%
無客土区	0～5	39.6	60.4	54.1	6.3	35.7	64.3	53.0	11.3
	5～10	41.2	58.8	54.1	4.7	37.3	62.7	55.6	7.1
	10～15	46.5	53.5	51.9	1.6	43.9	56.1	53.4	2.7
	15～20	49.8	50.2	48.9	1.3	51.0	49.0	46.5	2.5
3立坪砂客土区	0～5	35.9	64.1	45.4	18.7	35.1	64.9	40.9	24.0
	5～10	37.1	62.9	47.3	15.6	37.6	62.4	48.4	14.0
	10～15	41.9	58.1	47.5	10.6	40.8	59.2	50.0	9.2
	15～20	48.3	51.7	49.9	1.8	47.6	52.4	50.2	2.2
5立坪砂客土区	0～5	35.3	64.7	38.7	26.0	34.4	65.6	32.5	33.1
	5～10	40.1	59.9	42.9	17.0	40.0	60.0	37.4	22.6
	10～15	38.9	61.1	48.8	12.3	36.1	63.9	42.9	21.0
	15～20	44.1	55.9	49.3	6.6	40.5	59.5	49.5	10.0

* KOPECKY[7] の容気量の定義に従い，降雨による飽水後約 24 時間を経て測定した。

第 8 表　土壌の吸濕度及び水分当量　（風乾土）

区別	層深 (cm)	堆肥不施用 吸濕度* (%)	堆肥不施用 水分当量** (%)	堆肥施用 吸濕度 (%)	堆肥施用 水分当量 (%)
無客土区	0～5	5.39	38.54	5.02	34.18
	5～10	5.32		5.15	
	10～15	5.62		5.40	
	15～20	6.63		6.79	
3立坪砂客土区	0～5	4.44	30.02	4.49	26.65
	5～10	4.62		4.28	
	10～15	5.21		5.00	
	15～20	6.77		6.54	
5立坪砂客土区	0～5	4.34	19.88	3.96	17.90
	5～10	4.24		3.68	
	10～15	5.02		4.71	
	15～20	5.82		5.65	

*　3%硫酸を入れたデシケーター中に 1 週間放置し，その水分を測定。
**　遠心分離法による。

従い土壌実積，容水量を減少し，孔隙量，容気量は増大している。また水分当量，吸湿度は減少している。各区においては下層にいくに従い，土壌実積，容水量，吸湿度を増大し，孔隙量，容気量を減少しているが，5立坪客土区では第3層の実積は第2層より小であり，孔隙量は大である。かつ第2層の吸湿度は最小を示している。

堆肥施用の影響についても砂を客入したと同様にわずかであるが土壌実積，容水量，吸湿度，水分多量を減少し，孔隙量，容気量を増大せしめている。

さきに行つた風乾土についての諸実験結果とあわせ考えると，砂客土によつて風乾土についての孔隙量を減じ，自然状態の土壌では逆に孔隙量を増加しているが，このことから砂客土によつて毛管孔隙を減じ，非毛管孔隙を増大しているものと推察される。毛管孔隙の減少は容水量（風乾土），水分当量など，即ち土壌の保水力及び吸湿性を減じ，そのため圃場容水量は減じ，容気量を更に著しく増大するものと考えられる。BAVER[8], BURGER[9] らは非毛管孔隙の増大は透水性を増大せしめることをみているが，本実験においても同様の結果が見られる。即ち作物栽培中畦間の土壌

第 9 表　土壌の透水性*

区別	層深 cm	透水係数 cm/sec 堆肥不施用 10^{-5}	透水係数 cm/sec 堆肥施用 10^{-5}
無客土区	0～5	0.26	0.43
	5～10	0.40	0.50
3立坪砂客土区	0～5	1.51	3.17
	5～10	4.31	29.86
5立坪砂客土区	0～5	5.28	5.20
	5～10	8.63	49.60

* 自然状態のまま，高さ 5 cm，徑 7 cm の真鍮製円筒にて土壌を採取し変水位透水度測定装置によつて測定。

を地表下 5 cm ごとに 2 層採取し，その透水性を測定した結果は第 9 表のごとくで，砂客土によつて明らかに透水性は増大し，また堆肥の施用はそれを更に著しくしている。各区の第 1 層（0～5 cm）は第 2 層（5～10 cm）より透水性が小であるが，これは地表は雨滴の衝撃を受けて緊密化するため，第 2 層より透水性が小さくなつているものと思われる。

重粘性土壌に砂を客入することによつて圃場容水量を減少することは上述の結果で明らかであるが，ULRICH[10] は水の熱容量が大なるため湿土は乾土よりその地温が低いことをみており，また SCHWARZ[11] は砂の熱伝導度は粘土より大で温度の上昇が著しいことを報告している。更に SCHOFIELD も比較的重粘土質の Rothamsted の土壌に比較して，砂質の Woburn 土壌は春早々に温度が上昇し，春期間平均 1～1.5° F 地温の高いことをみている。これらから砂客土によつて地温を上昇せしめることが予想されるが，各試験区の地温を測定した結果は第10表のごとくで，砂客土及び堆肥施用による地温の上昇が認められる

第 10 表　各試験区の地温

土層の深さ	区別 ＼ 観測時刻	6月20日 6時	6月20日 11時	6月20日 17時	6月21日 6時	6月21日 11時	6月21日 17時	6月22日 6時	6月22日 11時	6月22日 17時
地表下 5 cm (°C)	堆肥不施用無客土区	11.5	19.5	19.4	11.5	13.1	13.5	10.5	14.0	15.5
	同　3立坪砂客土区	11.5	20.0	19.5	11.5	13.1	13.8	10.7	14.0	15.9
	同　5立坪砂客土区	11.9	20.6	20.0	12.3	13.6	13.9	11.0	14.4	16.0
	堆肥施用無客土区	12.0	20.5	19.5	12.0	13.2	13.6	10.5	14.5	15.8
	同　3立坪砂客土区	12.0	20.9	19.8	12.0	13.8	14.0	11.0	15.0	16.0
	同　5立坪砂客土区	12.0	21.5	20.5	12.5	14.0	14.0	11.0	15.0	16.5
地表下 10 cm (°C)	堆肥不施用無客土区	10.5	14.4	16.5	11.4	12.3	12.3	10.5	12.0	13.4
	同　3立坪砂客土区	10.5	14.5	17.0	11.5	12.5	12.5	10.7	12.5	13.9
	同　5立坪砂客土区	10.9	14.9	17.2	12.0	12.8	12.8	10.9	12.7	14.5
	堆肥施用無客土区	10.8	14.5	16.5	11.5	12.3	12.4	10.5	12.3	13.5
	同　3立坪砂客土区	10.8	15.4	17.5	11.5	12.4	12.6	10.9	12.5	14.3
	同　5立坪砂客土区	10.9	15.6	18.0	12.4	12.8	13.0	11.1	12.8	15.1
10 時気温 (°C)		11.0			9.0			9.5		

以上の結果から，重粘性土壌に砂を客入することによつて粒径分布，孔隙量，容気量，容水量，透水性，地温などの物理的性質が明らかに変化していることが認められるが，これらの物理的性質の変化に伴つて，当然化学的性質及び微生物の活動にも影響を与えることが考えられるので，これらに関し 2，3 の実験観察を試みた。

第 11 表　作物収穫跡地土壌の pH 及び置換酸度

区別	pH 小麦跡地	pH 馬鈴薯跡地	pH 燕麦跡地	置換酸度 (y_1) 燕麦跡地
堆肥不施用無客土区	4.96	4.90	5.08	27.7
同　3立坪砂客土区	5.10	5.05	5.26	17.3
同　5立坪砂客土区	5.22	5.10	5.28	15.4
堆肥施用無客土区	5.12	5.00	5.32	18.1
同　3立坪砂客土区	5.14	5.10	5.36	14.4
同　5立坪砂客土区	5.31	5.12	5.41	13.7

3. 化学的性質の変化

各作物の収穫跡地土壌について酸度を測定した結果は第 11 表のごとくで，客入した砂の量を増すに従つて pH は高く，置換酸度は低くなつて，砂客土によつて酸性を弱化することが認められる。また堆肥施用区の酸度は不施用区に比して弱くなつている。

収穫跡地土壌の腐植及び窒素含量について測定した結果は第 12 表のごとくで，客入した砂の量を増すに従つて腐植，窒素含量を明らかに減少している。毎年の推移をみると，第 2 年目馬鈴薯作付後において腐植の著しい減耗を来たしているが，これは此地土壌の腐植本来の分解過程における現象であるか，栽培作物が馬鈴薯であるために起つたものであるか明らかでない。更に堆肥施用の砂客土区においては，堆肥を毎年施用しているにも拘らず第 2 年目以降の作物収穫跡地土壌の腐植，窒素含量は堆肥不施用区より

第 12 表　作物収穫跡地土壌の腐植及び窒素含量

区別	腐植含量 (%) 28 年 春	28 年 秋	29 年 秋	30 年 秋	窒素含量 (%) 29 年 秋	30 年 秋
堆肥不施用無客土区	(9.02)*	9.42	7.51	6.98	0.29	0.27
同　3立坪砂客土区	8.27	8.26	7.10	7.08	0.28	0.27
同　5立坪砂客土区	7.27	5.79	5.50	5.53	0.19	0.21
堆肥施用無客土区	(9.02)	8.78	7.40	7.24	0.22	0.25
同　3立坪砂客土区	8.29	7.91	5.66	5.60	0.21	0.23
同　5立坪砂客土区	7.29	6.07	3.96	4.53	0.13	0.17

註）全試験区より5ヵ所採取せる土壌の平均値。

少なくなつており，腐植の著しい減耗がみられる。吉田[12]によれば小向の重粘性土壌は過湿，重粘で，且つ地温が低いためか，各種微生物特に好気性菌,繊維素分解菌,硝化菌などが少ないことを報告しているが，砂客土によつて土壌の物理的性質が良好となり，加えて堆肥の施用により繊維素分解菌,硝化菌などの細菌の添加が行われた結果,腐植の分解が著しく促進されたのではないかと考えられる。よつて燕麦跡地の各区土壌中に高さ 10 cm，底面 100 cm² のブリキ製円筒を挿入し，自然状態のままで土壌を採取して，そのまま 30°C 恒温室で 3 週間培養し，前後のアンモニア態窒素，硝酸態窒素の消長を測定した。その結果は第 13 表のごとくである

第 13 表　燕麦跡地土壌の無機態窒素の消長 (30°C，3 週間)

区別	NH_4—N (mg) 培養前 乾土100g当	培養前 原土1000cm³当	培養後 乾土100g当	培養後 原土1000cm³当	増減 原土1000cm³当	NO_3—N (mg) 培養前 乾土100g当	培養前 原土1000cm³当	培養後 乾土100g当	培養後 原土1000cm³当	増減 原土1000cm³当
堆肥不施用無客土区	0.49	4.47	0.77	7.66	3.19	0.12	1.05	0.11	1.12	0.07
同　3立坪客土区	0.38	3.30	0.66	5.89	2.59	0.15	1.28	1.35	12.08	10.80
同　5立坪客土区	0.43	4.16	0.69	6.30	2.14	0.16	1.51	1.29	11.76	10.25
堆肥施用無客土区	0.40	3.69	0.49	4.55	0.86	0.12	1.07	0.21	1.98	0.91
同　3立坪客土区	0.43	4.22	0.54	4.97	0.75	0.14	1.39	1.35	12.54	11.15
同　5立坪客土区	0.51	5.43	0.59	6.09	0.66	0.09	0.94	1.15	11.86	10.92

この結果によれば砂客土区は培養後において硝酸態窒素の著しい増加を来たし，物理性の改良によつて硝酸態窒素の生成が著しく増大し，腐植の分解が顕著となることを予測せしめる。同時に堆肥の施用はその傾向を更に著しくすることがうかがわれる。また風乾土を用い，洗滌培養法[13]によつて硝酸態窒素生成量をみた結果も第 14 表のごとくで同様の結果がみられる。

第 14 表　燕麦収穫跡地土壌の硝化能

区別	土壌中の硝化菌数 (乾土g当)	No_3—N 生成量 (mg/乾土100g) 7日培養	14日培養	全生成量
堆肥不施用無客土区	11	1.11	5.96	7.07
同　3立坪砂客土区	130	2.11	8.81	10.92
同　5立坪砂客土区	17	2.11	7.75	9.86

註）洗滌培養法[13]による。即ち7―4坩堝に濾紙をしき，その上に乾土として5g 相当量の土壌を填め，これに 2.5 mg の NH_4—N を添加して 25°C で培養し，7日毎に蒸溜水で洗滌，吸引して過剰水を除き，更に培養すると共に，洗滌液中の No_3—N を定量する。

4. 農耕作業に対する影響

湿潤時には可塑性,粘性きわめて大きく,また乾燥時には崩壊し難い大きな固塊をつくり，耕耘整地などの農耕作

第 15 表　各試験区土壌の粘着度及び緊硬度

区別	粘着度* (g) 木板	鉄板	緊硬度**
無客土区	134.3	130.5	13.37
3立坪砂客土区	85.5	83.7	11.96
5立坪砂客土区	72.5	53.7	11.74

註　1949 年千葉によつて測定された。

* SCHÜBLER の方法に準じて作成した装置により測定。

** 北農式緊硬度測定器[14]による。

業に著しく困難性を示す重粘性土壌に対し，砂客土が如何なる影響をもつかについては，さきに千葉[3]が同じ圃場内で本実験と同様の実験区を設けて検討し，耕鋤時間，馬鈴薯掘取時間などの短縮から砂客土によつて耕作労力を明らかに軽減しうることを認め，更に第15表のごとく土壌の粘着度，緊硬度を減ずることを報告している。これらに更に補追考察せんとして実験室内で各区の表土につれ日本工業規格に定められた方法を用い，ATTERBERG[15]によつて示された液性限界，塑性限界，塑性指数を測定した結果は第16表のごとくである

第 16 表　土壌の可塑性

区　　別	堆肥不施用			堆肥施用		
	液性限界 %	塑性限界 %	塑性指数	液性限界 %	塑性限界 %	塑性指数
無客土区	53.5	43.3	10.2	50.8	42.0	8.8
3立坪砂客土区	51.2	41.8	9.4	43.5	36.1	7.4
5立坪砂客土区	39.2	33.0	6.2	35.8	29.7	6.1

この結果によれば客入した砂の量を増加するに従つて液性限界，塑性限界，塑性指数は，いずれも低下し砂客土によつて可塑性を減ずる事を推察せしめている。また堆肥の施用によつてもいずれの定数も少しく減じている。BAVER[16]は有機物の存在によつて液性，塑性限界が水分尺度の上で増加することをみており‘一見相反するごとくに見えるが，測定に供試した土壌は燕麦収穫後のものであり，その有機物含量は先に示したごとく砂客土区においてはむしろ減少しており，これに基くものか，あるいは粒径分布にみられた粘土含量の減少に基くものか明らかでなく，なお検討を要するところである。

考　　察

粘土含量が多いため植生及び農耕作業に対し極度に劣悪な性質を有する紋別市小向の重粘性土壌について，その一改良法として砂客土を行つた結果，作物の生育を促進し，増収を来たすとともに農耕作業労力を軽減しうることを認めた。しかしてこれら効果の主たる要因として砂客土による土壌の理化学的性状の変化を挙げることが出来る。

KOPECKY[7]は土壌容気量が作物の生育に密接なる関係のあることをあげ，作物の最適容気量としてスダングラスは6～10％，小麦，燕麦は10～15％，大麦，甜菜は15～20％の範囲にあることをみており，かつ容気量が10％以下の土壌においては総て排水が必要であると述べている。また BAVER[8]，YODER[17]らは甜菜，綿の生育，収量について，池田[18]らは野幌の洪積世に由来する重粘性土壌の玉蜀黍の生育，収量について，何れも容気量の多寡によつて支配されることを見，STEPHENSON[19]らは深層まで非毛管孔隙が大で通気のよいことが Walnuts の根の生育分布を良好にすると述べている。さらにまた BAVER[4]は重粘性土壌に砂，有機物，鉱滓などを加えることによつて孔隙量の増加することを挙げている。しかして土壌は固体の土壌粒子と孔隙から成立ち，孔隙は水と空気によつて占められている故，同一孔隙量でもその中の空気の量は水量に密接に依存してくる。従つて小向の重粘性土壌に砂を客入することにより，孔隙量を増加し，加えて毛管孔隙，吸湿度，水分当量，容水量(風乾土)などによつて示される保水力を減じ，あるいは透水速度を増加せしめる結果，圃場水分量を減少させ，容気量の著しい増大をもたらすことが作物の生育，収量の上に大きな効果をもたらしたものといえよう。特に本実験に用いた小麦，燕麦，馬鈴薯は酸素要求度が強いとされていることからも容気量の増大に基く効果は大きいと考えられる。この点に関しては山崎[21]が畑作物の湿害発生に対する土壌的原因として従来考えられていた過剰な土壌水分そのものよりも，水分過多と相対的に起る土壌空気の不足が根に与える直接的影響と，土壌通気の不円滑によつて惹起される土壌の質的変化が根に与える間接的影響に帰しているのと根本的見解を一にするものである。

次に砂客土によつて地温の上昇が認められたが，青木[20]，HAGEN[22～25]らによれば，地温は種子の発芽，その後の生育，収量，品質，あるいは作物の養分，水分の吸収，病害の発生，土壌微生物の活動に至大な影響をもつことが述べられており，一方紋別地方においては作物の栽培期間が短いに

第 17 表　紋別の気温及び地温 (°C)

月別 / 旬別	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
平均気温	4.0	5.0	6.3	9.2	10.1	10.3	11.6	13.2	14.3	15.7	18.2	19.8	20.7	21.1	20.1	17.9	16.4	14.5	12.4	10.4	8.0
平均地温 (10 cm)	−0.7	1.2	3.4	5.8	7.7	8.6	10.3	12.4	13.8	15.3	17.0	18.2	19.1	19.4	19.0	16.9	15.2	13.2	11.3	9.2	7.1
〃 (20 cm)	−0.2	1.6	3.6	6.0	7.7	8.8	10.4	12.1	13.4	15.0	16.5	17.6	18.4	18.6	18.5	16.7	15.5	13.8	11.8	10.0	7.8

1945～1956年　12カ年平均

拘らず，第17表のごとく，農耕期間中の気温，地温ともに一般に低く，特に春先の低い地温は種子の発芽を遅延せしめ，また作物生育初期の養分吸収を阻害して生育を遅らせ，収量に重大な影響を及ぼしていると考えられることからして，砂客土による作物増収の一因として地温の上昇に結果するものも見逃しえぬところである。

さらに土壌中の容気量，含水量，地温などの物理的性質が改変されるに従つて，当然土壌中の化学的性質及び微生物の性状にも影響を与えることが考えられるが，山崎[21]は孔隙量小さく，通気不良な過湿土壌では Eh が低下して，還元性物質が増加し，これが作物の根の生育に被害となるところことを報じ，また塩入ら[20)〜28]は土壌の酸化還元状態と pH，アンモニア態窒素，燐酸塩，その他の成分の量，あるいは形態的変化について述べている。さらにまた DOIARENKO[29] は大孔隙の増加に従い土壌空気中の O_2 含量及び硝酸塩生成量が増加し，その間に密接な関係のあることをみている 温度，含水量，酸素の供給が微生物群，あるいはその活動力に関係してくることについても多くの報告がある[6)30)〜33]。本実験結果においても砂客土によつて酸性を弱化せしめ，硝酸生成分が増大するなど，化学的性質，あるいは微生物相の変化の一端をのぞきえたが，これらもまた物理的性質の改良とともに作物に対する養分供給の容易化ということで植生に好結果を与えているものと考えられる。しかし酸性については，砂客土によつて弱化するといえども，もともと強酸性を示す本土壌を充分に矯正するという程ではなく，透水性の増大に基く塩基類の溶脱，あるいは緩衝能の大なる腐殖の著しい減耗によつて早晩酸性を強化することが予測されるので，砂客土による酸性矯正はほとんど期待しえぬものと考えられる。また砂客土による硝酸化成力の増大は微生物相の好変を指示し，作物増収の一因と考えられるが，然しそれだけに腐植の分解減耗が著しく，腐植消耗の悪影響が将来現れてくるものと推測され，その時期的限界については今後本実験を続けることによつて明らかにされよう。従つて砂客土を行うにあたつては充分な有機物の投与補給が肝要とされる。

更にまた WINTER ら[34]は作物の根は堅密な pan に対し，その機械的困難性によつて伸長を阻害されると述べている。もち論これら土壌の孔隙量，通気性は著しく低い故，根物根の貫入を阻害する因子がいずれにあるかは疑問とされるも一応堅密な土壌においては根が機械的抵抗を受けて伸長を阻害され，生育不良に陥入ることも考えられる。砂客土によつて土壌の粘着性，可塑性，緊硬度などを減じ，且つ孔隙量大きく膨軟な表土の厚さを増す結果，根の伸長に対する機械的抵抗を軽減し，その分布領域を拡大することにより，根部の養分，水分吸収あるいは呼吸の面を増大して作物の生育を良好ならしめていることも考えられる。然し，多量の砂を客入した場合，表土の下部に硬い砂が次第に沈下集積してくる傾向が見られているが，砂の集積層が形成された時の根の伸長に与える影響については将来考慮されなければならないと思う。

以上を要するに砂客土によつて作物の増収に結果するところの重粘性土壌の理化学的変化については，孔隙量の増大，水分保持力の減少及び透水性の増大に基く過剰水分の減少，容気量の増加，地温の上昇，それらに伴う化学的性質，微生物相の変化，あるいは粘着性，緊硬度など根の伸長を阻害する機械的抵抗の低下などが相合して，作物の発芽を促進し，根の生育，伸長を容易ならしめ，養分，水分の吸収，呼吸作用などを良好にする結果，地上部の生育を促進し，且つ収量の増大をもたらすものと解される。なお本実験に用いた作物中，馬鈴薯に対する砂客土の増収効果が顕著に現れているが，これは馬鈴薯が麦類に比べて上記各種の環境条件に対する感応度が大なるためか，栽培された年の天候によるものかは本実験の結果からは判定しえない。

次に農耕作業労力軽減に対する砂客土の及ぼす土壌的変化の意義について考察してみると，NICHOLS[35] はその詳細な実験結果を基にして，耕耘に対する土壌中の抵抗因子として，一次的因子にコロイド，水分，有機物の含量，仮比重，コロイドの化学的組成を，動的性質に内部摩擦係数，摩擦力，圧縮抵抗，凝集力，附着力，またこれら抵抗因子の合成されたものとして緊密度，剪断などをあげており，BAVER[4] は耕耘器具の土中進行に対する土壌の主要抵抗因子は凝集力と附着力であり，これらは具体的には圧縮，剪断抵抗，鬆性，塑性，粘着性などの形態で発現されると述べている。更に NICHOLS は土と金属の間の附着力はコロイド量の直線的函数であり，且つ水分含量の増大とともに大きくなるとし，PUCHNER[36]，NICHOLS[35] などは凝集力は粘土量に比例し，水分量に逆比例することを認めている。従つて重粘性土壌に砂を混入することによつて粘土の含有割合を減ずれば凝集力及び附着力を減ずることが予想されるが，本実験において測定したこれら性質の発現と解されるところの可塑性，緊硬度，粘着度においても砂客土区土壌は明らかに無客土区土壌より減少しており，また孔隙量，非毛管孔隙量の大なること，即ち土壌粒子の密度が砂客土によつて減少していることから砂客土区土壌は粗鬆な状態におかれているものと解される。実際の耕作時間あるいは薯掘取に見られた労働時間の短縮は，砂客土によつてこれら土壌の耕耘器具に対する抵抗因子の減少に基く耕作労力の軽減によるものである。しかしてNICHOLSらが述べているごとく各動的抵抗因子は粘土含量と共に水分含量とも相対するものである故，各種耕作時の土壌水分及びその水分範囲内

における各区土壌の諸抵抗因子について測定検討されるならば耕作労力軽減に対する砂客土の土壌的意義は更に明確にされるものと考える。

なお本論においては堆肥施用の効果について触れなかつたが，土壌の理化学的性質及び微生物相に及ぼす堆肥施用の影響については古来数多くの報告があるものの，なお完全に解明しえぬところである。本実験結果によれば，孔隙量，容気量，透水性，地温，pH，硝酸化成力，可塑性などにおいて砂客土について見たと同様の傾向が見られ，且つ砂客土を併用することにより更にその傾向を著しく示すことが認められ，砂客土について考察したと同様の意義が推察されるが，これについては今後改めて検討の上次の機会に報告したい。

摘　　　要

重粘性土壌における土地改良の一つとして，砂客土が作物の生育収量の増大，耕作労力の軽減に効果あることがさきに明らかにされているが，それを再確認し，併せて砂客土による土壌の物理化学的性質の変化を追究して，砂客土の意義を土壌学的立場から解明するべく紋別重粘地研究室圃場において砂客土を実施した。その実験結果を要約すると次のごとくである。

1. 砂客土によつて作物の生育を促進し，収量の増加をもたらす。

2. 土壌の粗砂含量を増大し，粘土含有割合を減ずる。

3. 比重を大にし，孔隙量特に非毛管孔隙，容気量を増加し，土壌実積，毛管孔隙，容水量，吸湿度，水分当量を減ずる。また透水性を増大する。

4. 地温を上昇せしめる。

5. 酸性を弱化し，腐植，窒素含量を減ずる。然し硝酸態窒素生成量は増大する。

6. 液性限界，塑性限界，塑性指数を減ずる。

7. 以上の各変化は砂の量を増すに従つて，その傾向を大にする。

8. 堆肥施用によつても砂客土と同様の傾向が見られる。

以上のごとく砂客土によつて重粘性土壌の物理化学的諸性質の変化が明らかに認められ，その結果作物の発芽を促進し,根の伸長,あるいは養分，水分の吸収，呼吸を旺盛ならしめることにより，生育を良好にし，収量を増大せしめるものであり，且つ耕耘が容易にされるものであろうと考えられ，結局砂客土は重粘性土壌の土地改良において有効な手段といえる。

文　　　献

1) 森　哲郎 (1953): 北・農・試・彙報，65，17.
2) ――――・佐々木清一 (1956): 北・農・試・彙報，71，13.
3) 千葉　登 (1950): 北農，17，169.
4) Baver L.D. (1948): Soil Physics.
5) Russel, M.B. (1939): Proc. Soil. Soc. Amer., 4. 51.
6) Lyon, T.L. and Buckman, H.O. (1943): The Nature and Properties of Soil.
7) Kopecky, J. (1927): Proc. Ist. Intern. Congr. Soil Sci., 1, 495.
8) Baver, L.D. and Fornsworth, R.B. (1940): Proc. Soil. Sci. Soc. Amer., 5, 45.
9) Burger, H. (1926): Proc. 4 th. Intern. Cof. Soil Sci., 2, 150.
10) Ulrich, R. (1894): Forsch. Gebiete Agr. Phys., 17, 1.
11) Von Schwarz, A.R. (1879): Forsh. Gebiete Agr. Phys., 2, 164.
12) 吉田富男 (1956): 北農，23，397.
13) 坂井　弘: 未発表
14) 北海道土木部土地改良課・北海道農業試験場 (1942): 土地改良に関する試験及び調査成績.
15) Atterberg, A. (1912): Intern. Mitt. Bodenk., 2, 149.
16) Baver, L.D. (1928): J. Amer. Soc. Agron., 20, 921.
17) Yoder, R.E. (1937): Proc. Soil Sci. Soc. Amer., 2, 21.
18) 池田　実・原田　勇・田村香居 (1956): 土・肥・誌., 27，27.
19) Stephenson, R.E. and Schuster, C.E. (1937): Soil Sci., 44, 23.
20) 青木茂一 (1954): 土壌と植生.
21) 山崎　伝 (1952): 農・技・研・報告，B1，1.
22) (Hagen, R.M.) Shaw, B.T. (1952): Soil Physical Conditions and Plant Growth. p. 336.
23) 松村　栄 (1933): 札幌農林学会報，113，76.
24) (佐藤　庚) 戸苅義次 (1955): 作物の生理生態 p. 333.
25) Dickson, J.G. (1923): J. Agr. Res., 23, 837.
26) 塩入松三郎 (1943): 土・肥・誌., 16，104.
27) 青木茂一 (1940): 土・肥・誌., 14，63; (1941): 15，182.
28) Bradfield, R., Batjer, L.P. and Skamp, J.O. (1934): N.Y. State (Cornell) Agr. Expt. Sta. Bull., 592.

29) KRAUSE, M. (1931) : Landw. Jahrb., 73. 603.
30) RUSSELL, E. J. and RUSSELL, E. W. (1950) : Soil Conditions and Plant Growth.
31) 岡田要之助 (1948) : 土壌微生物学概論.
32) WAKSMAN, S. A. (1932) : Principles of Soil Microbiolog.
33) (McCALLa, T.M.) SHAW, B.T. (1952) : Soil Physical Conditions and Plant Growth p. 447.
34) WINTERS, E. and SIMONSON, R.W. (1951) : Adrances in Agronomy, Ⅲ, 1.
35) NICHOLS, M.L. (1931) : Agr. Eng., 12, 259; (1931) : 12, 321; (1932) : 13, 201; (1934) : 15, 187.
36) PUCHNER, H. (1913) : Intern. mitt. Bodenk., 3,

Résumé

The so-called heavy clay soil contains large amounts of clay fraction and has poor physical and chemical properties. Therefore, it is difficult to assure good crop growth and yield and also tillage. So the authors carried out sand admixing experiments to test whether such procedure would ameliorate the character of heavy clay soil, expecting good effects on the growth and yield of crops and tillage operations. They also investigated the influences of such practice on the physical and chemical properties of the soil.

The experimental plots in the farm were as follows:

Plot	Treatment
No. 1	no marine sand
No. 2	admixing of marine sand, 2.017 bushels per acre.
No. 3	admixing of marine sand, 3.362 bushels per acre.
No. 4	admixing no marine sand with stable manure, 6.7 tons per acre.
No. 5	admixing of marine sand, 2.017 bushels per acre, with stable manure, 6.7 tons.
No. 6	admixing of marine sand, 3.362 bushels per acre, with stable manure, 6.7 tons.

From these experiments the following results were obtained.

1. By the admixture of marine sand, growth of crops was accelerated and crop yields were increased.

2. Content of coarse sand increased and percentage of clay decreased on the sand admixed plots.

3. Specific gravity of soil, soil porosity, especially non-capillary porosity, air capacity and permeability increased. But solid phase of soil, capillary porosity, water capacity, hygroscopicity and moisture equivalent decreased.

4. Higher soil temperature was shown on the sand admixed plots.

5. Acidity of soil and content of humus and nitrogen became low. But nitrate formation increased.

6. Liquid limit, plastic limit, plasticity number decreased.

7. The more the amount of admixed sand was increased, the more the above changes could be seen evidently.

8. Stable manure showed similar influence on crop yields and physical and chemical properties of the soil as the sand admixing.

From the above, it was clarified that physical and chemical properties of the so-called heavy clay soil improved distinctly as a result of sand admixing. Consequently, more rapid germination, better growth of crops and higher crop yields were obtained; moreover, tillage operations were facilitated by the practice.

From these results, it can be said that sand admixing is a good method for the amelioration of the so-called heavy clay soil.

土壌の硝化作用に関する研究

1. 堆厩肥連用による土壌の理化学性改良の効果

坂井　弘*・吉田富男*・船山達郎*・吉田加代子**

STUDIES ON NITRIFICATION IN SOILS
PART 1. EFFECT OF IMPROVEMENT OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES BY SUCCESSIVE MANURING

By Hiroshi SAKAI, Tomio YOSHIDA, Tatsuo FUNAYAMA and Kayoko YOSHIDA

緒　　　言

北海道のように緯度が北に偏して作物の生育しうる期間の短い地帯で，冷害から出来るだけまぬがれて作物の安全多収をもたらすためには，作物の生育期間の短い品種を選び，更にはその初期生育を促進することによつて，生育期間を実質的に長くすることが必要と考えられる。事実稲作では保護苗代の著しい普及によつてほぼその解決に近づいているが，畑作ではそのような方法は園芸作物の範囲に限られる。しかしながらもとより早春期における作物の生育遅延は低温の直接的影響も大きいが，本道の畑作地帯のようにいずれも土壌条件が不良なところでは，作物の養分吸収が順調に進み得ないことがそれを促進しているともみられる。

一般に低温において土壌微生物はその活性がおちて作物に養分を供給する方向には働いていない傾向にあり，また直接作物の生育に関係ある有用微生物のうちには低温によたつてその生育を著しく阻止されるものがある。硝化菌はその例であり，そのため畑作物の種類によつては，例えば甜菜のごとく，窒素の吸収利用が順調に行かないので，これが初期生育を著るしくおくらせる原因となつているとみられる。従つてこのような低温時の硝化作用の実態を明らかにし，その促進の手段を見出すことが必要と思われる。

ところで硝化菌については土壌微生物の研究が緒についたと同時に始められたとみられる程に土壌微生物プロパーのものとしての研究は長いし，また多くの報告[11)20)21)23)27)28]も出されている。しかしどちらかといえば微生物学としては人工培地における実験に関するものであり，土壌肥料の面ではアンモニアが硝酸に変る化学作用として扱われその間の関係に乏しく，ましてや土壌中における生理生態についての研究は乏しい。近年漸く LEFS[13)] らによつてこの方面の研究に着手され，研究がにわかに促進されてきている状況にある。

そこでこの面の研究を促進する手掛りとして堆厩肥の連用により硝化力が高まつて来た土壌を取上げ，その効果の解析を主として土壌条件について行つたが，今回その結果を取まとめて報告する。

*　農芸化学部　土じよう肥料第8研究室
**　同　　　　土じよう肥料第4研究室

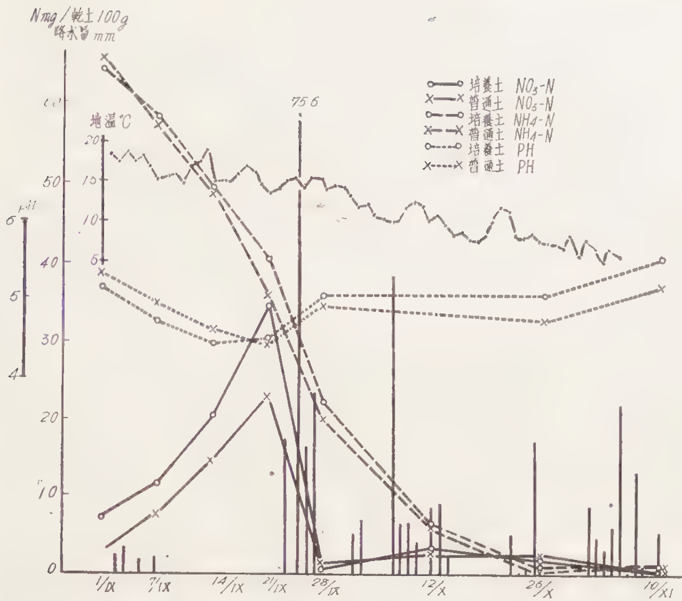
実　験　結　果

1. 実験材料

北海道農業試験場の圃場のうち，水稲の苗代用地として過去20数年間に亘り毎年堆厩肥と年により緑肥（青刈大豆)を連用していわゆる培養した土壌(培養土）とほとんど堆厩肥を施用したことのない土壌（普通土)とを供試した。

2. 圃場状態における硝化の状況

先ず圃場の状態における土壌の硝化作用の実態を知るため，1953年9月1日より当場の水稲の苗代用地に1/4坪の框を作つて，培養土と普通土とを10cmの深さに詰め，Nを硫安で乾土100g当60mgを施用してよく混合し11月10日まで硝化の状況を調査した。NH_4-N 及び No_3-N は HARPER 法により定量し，pH はベツマン硝子電極法で測定した。その結果は第1図に示した通りである。途中3週より4週にかけて132.4mmもの多量の降雨があつて硝

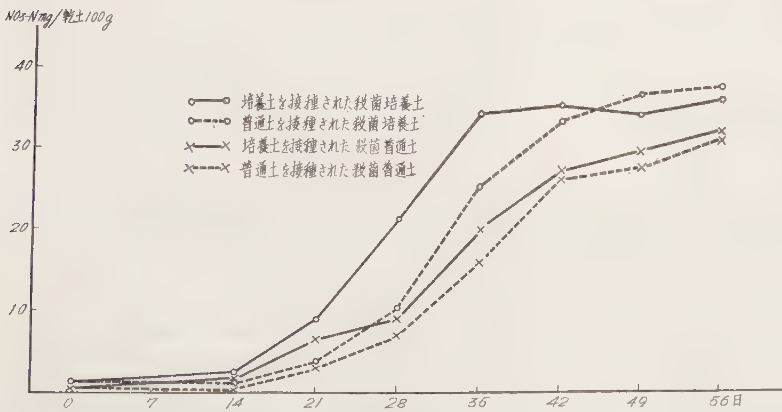


第 1 図　圃場における硫安施用に伴う無機態窒素の形態変化

酸はほとんど流去してしまつたが，それまでの間に培養土の方がすでに乾土 100 g 当で 10 mg 近く硝酸化成が余計に進んだ。その後において午前 10 時測定の地温が 10°C以下に下つてもなおアンモニアの減少過程が続き，化成が緩漫に進んだものと認められた。pH は硝酸態窒素量とほぼ逆比例の関係で経過した。

3.　殺菌土壌による硝化の比較

一般にこのような土壌の硝化力の差はそこに棲息する硝化菌の activity とその環境である土壌条件とによると考えられる。そこで色々と問題があるが，一応分離して考察出来るよう，FRAPS と STERGES[9] に倣つて土壌殺菌を行い，改めてその少量の土壌を交互接種して硝化を調べた。即ち常法[24] に従つて土壌培養を行い，硝酸は HARPER 法で定量した。なお硝化作用の結果については，一定培養期間内の化成の絶対量と培養に伴う化成量の推移との二面より考察を加え，特にいわゆる lag period[7] の経過に注目することにした。第 2 図に示した結果によれば培養土を接種した場合には両土壌ともに硝化が促進されたが，培養土の方がその程度が高く，培養後期にはそれぞれの土壌について接種による差はほとんど見られなくなつた。また接種の如何にかかわらず両土壌間の硝化の経過に明らかな相違がみられ，培養土の理化学性が硝化菌の生育に好都合となつていると考えられる。もとより加圧殺菌処理により理化学性にある程度の変化は起るであろうし，また接種しても硝化菌を含めて微生物フロラが元通りになるとは限らないが，この結果によれば圃場試験で認められた硝化作用に対する堆厩肥施用の促進効果は土壌条件がかなり影響していると推定される。



第 2 図　生土の交互接種に伴う殺菌土壌の硝化曲線

4.　堆厩肥連用による理化学性の変化

培養土と普通土との理化学性は第 1 表の通りである。

土壌は培養されることによつてその理化学性が改良されているがことに孔隙量，容水量，有効態燐酸及び置換容量の増加が顕著である。pH，置換酸度及び置換性石灰についてはその変化が明確には認められない。しかしながら第 3 図に示したように緩衝能は培養によつて明らかに高くなつている。従つて堆厩肥の施用による土壌の理化学性の改良効果は土壌有機物の増加と無機成分の蓄積に基くもので既往の報告[9)26)]とほぼ相似た実験結果である。ただこの場合土壌反応について特別に変化が見られておらず，この種の土壌では置換性石灰が増加し得ない状態にあることが推定される。

更に土壌の理学性は圃場のそのままの状態が問題とされるべき性質のものなので，現地調査を行つたが，容積重は内径 2 cm の真鍮円筒で 5 cm の深さまで直接抜取つて測定した。第 2 表に示した結果によれば孔隙率は篩別した風乾土について求めた場合と同様，両土壌間に差が認められたが，風

第 1 表 供試土壌の性質（乾土 100g 当

土壌の種類	水分	比重	容積比重 粗	容積比重 密	孔隙率 粗	孔隙率 密	容水量（重量）	pH	置換酸度	NH_4-N	NO_3-N
	%				%	%	%			mg	mg
培養土	6.81	2.52	0.65	0.74	74.1	70.8	84.7	5.7	2.16	11.1	1.49
普通土	5.69	2.60	0.83	0.90	69.2	66.5	62.5	6.0	2.16	0.66	0.93

土壌の種類	全C	全N	C/N	N/5 Hcl 可溶 P_2O_5	置換性石灰	置換容量	H_2O_2処理後置換容量	NH_3 吸収力	P_2O_5 吸収力
	%	%		mg	%	ml	ml		
培養土	4.16	0.47	8.85	102	0.43	34.3	14.8	27.7	1188
普通土	1.86	0.21	8.82	21	0.40	27.2	15.8	316	1250

乾土程大きくはなく，また1回の降雨とそれに伴う土壌水分含量の影響はほとんど受けない状態にあつた。これらの因子のうち土壌の硝化作用の促進に主として役立つているものを明らかにするためには更に各因子について分解的に調べる必要がある。

5. 土壌の各種処理が硝化に及ぼす影響

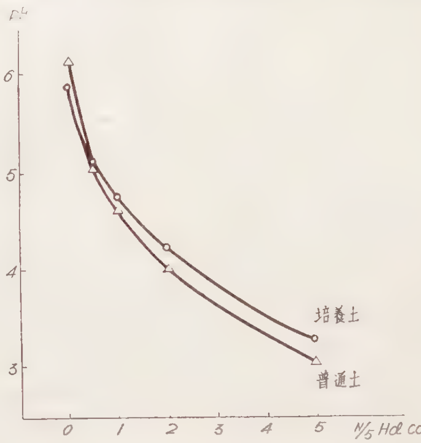
普通土に各種処理を施すことにより硝化力がいかにたかまつてくるかを知ることによつて堆厩肥連用の意義を明らかにしようとした。

1) 土壌水分 さて硝酸化成の実験を行う場合に土壌水分を幾らにするかが問題である。水分が多い時は通気性との関係で阻害的になり，勿論あまり少なくても制限因子となるが，PF 4.2 以上でも硝化が進むといわれる。[19] 一般に容水量の 60%,中には 80%，あるいは孔隙量の 50%，更には水分当量の 120 %などが行われている。今回は両種土壌につき水分を容水量に対して 40 % から 100 %まで変えて実験を行つた。第4図の結果によれば両種土壌の傾向はほとんど一致しており，80%が最もよい結果を得た。この水分は圃場の通常の水分に比較すればかなりの高水分であるが，両土壌の傾向からみて土壌水分が培養土と普通土との差をもたらしているとは認められない。土壌水分はむしろ通気との拮抗で影響してくるものと思われ，今回の実験で80%という結果が得られたのは土壌と容器の壁との間に隙間が出来ることが関係していると見られる。

第 2 表 圃場で直接測定した土壌の理学性

土壌の種類	降雨直前 水分	降雨直前 容積比重	降雨直前 孔隙率	降雨直後 水分	降雨直後 容積比重	降雨直後 孔隙率
	%		%	%		%
培養土	37.9	0.693	72.5	47.0	0.685	72.8
普通土	34.3	0.757	70.9	46.8	0.752	71.1

3) 通気状態 普通土につき風乾土を篩別して粒度別の試料をつくり，通気状態を変えて実験を行つたが，第



第 3 図 両種土壌の緩衝曲線

3表に示したように 0.1 mm 以下と 2 mm 以上との間にさえほとんど差が見られておらない。しかしながら上記の土壌水分の場合も同じであるが，容器の中では詰めた土壌が水の注加によつて収縮して管壁に隙間が出来，そのために処理の影響が消去されたと見られる。従来から硝化菌は極端な好気性菌として扱われ，他の微生物が棲息し得ない高い酸素圧の下でも生育し得るといわれる。[15] しかしながら FITTS[8] らは培養中水分の蒸散を防ぐため，コルベンに施したゴム栓に小さな孔を開けた位の通気状態で差支えないとし，また AMER & BARTHOLOMEW[3] は一定組成のガスの通気の下に実験して，酸素分圧が 2.1 %になつて初めて硝化量が半減した程度であると報告している。これでも判るように実際には酸素の分圧よりも酸素の供給速度が制限因子となり易く，今後土壌について酸素の拡散速度[16]を見ることを必要とすると思われる。

第 3 表 粒経別土壌の硝酸化成

粒経 (mm)	>2.0	2.0～1.0	1.0～0.5	0.5～0.1	0.1>
乾土100g当硝酸生成量 (Nmg)	24.3	23.9	24.1	24.0	24.0

第 4 表　圃場で圧縮された土壌の硝酸化成

土壌の種類	水分(%)	孔隙率(%)	pH	NH_4-N (mg)	NO_3-N (mg)
培養土	45.8	69.3	4.8	31.1	7.5
普通土	37.4	70.9	4.9	39.7	5.8

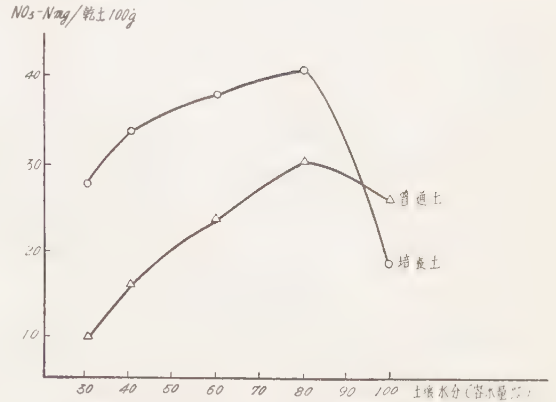
第 5 表　硝酸化成に対する燐酸加用の影響

乾土 100g 当 K_2HPO_4加用量(g)	0	0.2	0.5	1.0
乾土 100g当 硝酸生成量(Nmg)	25.2	25.5	24.8	22.4

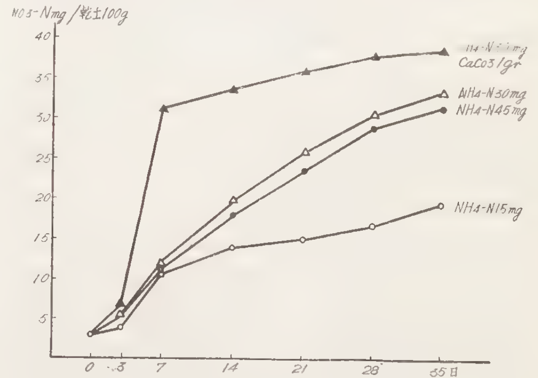
そこで圃場から孔隙率をほぼ同一にするそれぞれの土壌をブリキ円筒（内容 1 ℓ，高さ 10 cm）に抜きとつて来て，土壌の構造が変わらぬよう0.02%のアンモニア水20ccを表面に Spray して滲み込ませ，28°C に培養して表層 5 cm 迄の部分について硝化量を測定した。第 4 表の結果に明らかなように培養土は孔隙率が農作業の際の踏圧によつて対照土とほぼ同一となつてもなお且硝化がよく進行し単に通気状態の問題ではないと認められた。

3) 有効態燐酸　対照土に種々の量の K_2HPO_4 を添加して常法に従い 3 週間培養し硝化量を求めた。その結果は第 5 表のとおりであるが，燐酸塩添加の影響はほとんど認められず，FRAFO[10] らの結果と異つている。しかし土壌の相違によることも考えられ，火山性土のように燐酸吸収力の強い土壌では燐酸施用が影響を与えるものと思われる。

4) アンモニア施用量　両種の土壌のアンモニアの量による差を考えて，アンモニア施用量を変えることにより実験を行つた。その結果は第 5 図及び第 6 図のとおりである。初期の硝酸化成は各施用量において培養土の方が促進的であり，その後は施用量を増すにつれて更に差が甚しくなる。対照土では 45 mg 添加の方が 30 mg にむしろ 3 日以後全期間にわたつて常に化成量は低めで，培養土と著しく対照的である。しかるに培養終了時の pH をみると培養土は化成量が多いにも拘わらず対照土にほぼ等しいか，むしろ高めであり（第 6 表），このことからみて硝化され得るアンモニアの量によるよりも，むしろ両土壌間の緩衝能の差が現われていると見られる。またアンモニアの施用量が多く，遊離アンモニアの濃度が高くなると硝酸化成にむしろ阻害的に働くといわれ[5) 24)]，その限界濃度は土壌で 300 ppm という報告[6)]が見られているが，今回の場合は関係のないことである。ところでアンモニアの施用量が多くなれば，置換容量の大きい土壌では置換性アンモニアの量も多くなると見られるが，これに関して LEES[13)] らは硝化に影響する要因として置換容量をあげており，硝化され得るアンモニアは置換性のものだけであるとの前提に立つている。これに対して ALLIWN[12,2)] 及び GOLDBERG[12)] らは置換性の



第 4 図　土壌水分と硝酸化成との関係



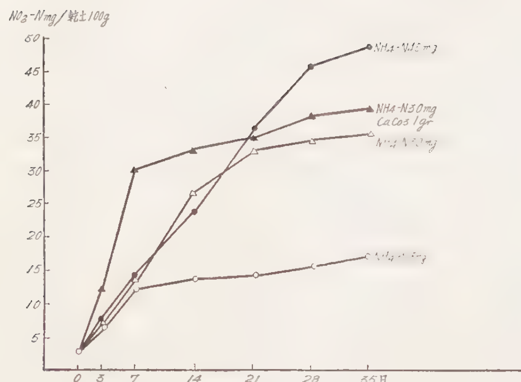
第 5 図　普通土の硝酸化成に対するアンモニア施用量及び炭酸石灰加用の影響

ものもこれが溶出して後に利用されるとして反対の見解を取つている。perfusion technique による場合はいざ知らず，今回のようにアンモニアの施用量をます方向では一応負の結果であるが，この問題はむしろ施用アンモニアの濃度の淡い場合について検討の余地があるように思われる。

5) 石灰加用　石灰の加用によつて pH を 7.0 以上に迄高かめる時は同じく第 5 図及び第 6 図に明らかなように両土壌とも培養 7 日間までにほとんど化成を終了すると見られる程著しく促進された傾向を示している。しかし

第 6 表　処理に伴う pH の推移

土壌の種類	測定時期 ＼ アンモニア施用量(Nmg)	15	30	45	30
	炭酸石灰加用量(g)	0	0	0	1
培養土	培養当初	4.5	4.5	4.5	7.0
	培養終了時	4.3	4.1	4.0	6.4
普通土	培養当初	5.1	5.0	4.9	7.3
	培養終了時	4.6	4.2	4.0	6.9



第 6 図 培養土の硝酸化成に対するアンモニア施用量及び炭酸石灰加用の影響

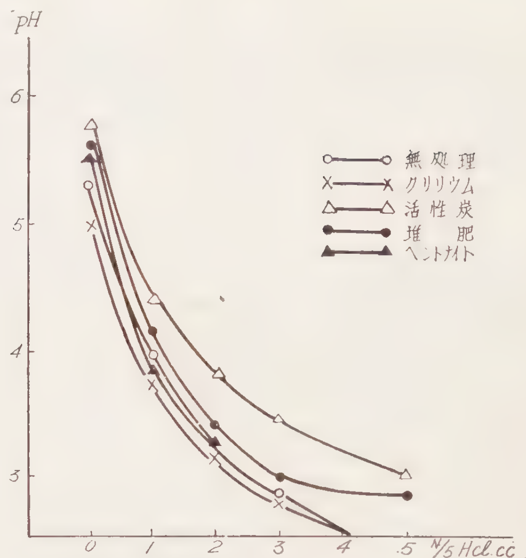
てこのような場合には培養当初の差は認められるが，以後の化成曲線はほぼ一致して進行していることが認められる。土壌の反応に関連してアンモニアの給源についても酸性土壌では尿素，炭酸アンモニア及びアンモニア水などのアルカリ性のものが良好であるとされている[4]。しかしながらアルカリ性土壌ではむしろ硫安がよいとする例が見られる[6)7)]。これについては pH そのものよりもアニオンの拮抗作用や有機物の溶出などの点からも検討さるべきであろう。

6) 諸物料の添加 今迄に検討されて来た諸種の要因の外に，硝化の場が土壌であることの意義を更に見出す試みとして各種の物料の添加実験を行つた。即ち吸着剤として活性炭，ベントナイを供試し，堆厩肥の直接効果をみるため特に殺菌したものを用い，更にクリリウムの施用も併せ行つた。施用量は土壌に対して2％とし，クリリウムのみを0.2％として，アンモニアを添加する直前に処理した。これらの物料の添加に伴う処理土壌の置換容量及び緩衝曲線はそれぞれ第7表及び第7図に示し，硝化の進行経過は第8図のとおりである。

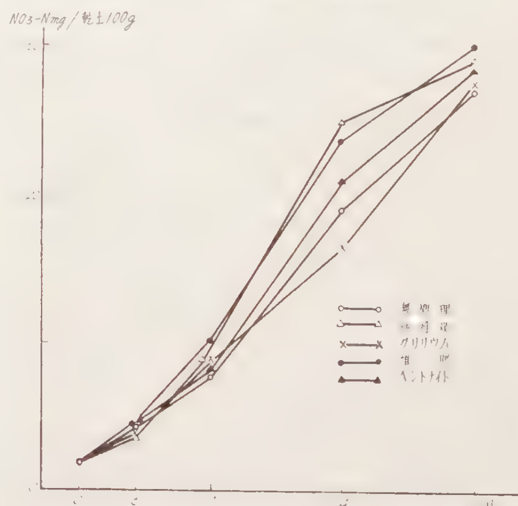
第 7 表 処理土壌の置換容量

添加物の種類	活性炭	ベントナイト	殺菌堆肥	クリリウム	無処理
置換容量（乾土 100g .ml.）	29.0	29.0	30.1	30.0	24.3

これらの結果によると堆肥の効果は比較的早くから現われるが，活性炭も1週以後に硝化を促進し，ほぼ堆肥に匹敵する。ベントナイトもやや効果が認められるが，クリリウムについては定かでない。しかるに置換容量についてはこれらの添加物によつてわずかの増加が認められるものもあるが，培養土の置換容量には到底及びもつかず，この面の効果は疑問である。むしろその緩衝曲線をみると活性炭及び堆肥では緩衝能が高められていることが明らかに認



第 7 図 処理土壌の緩衝曲線



第 8 図 硝酸化成に対する諸種の添加物の影響

められ，このことが土壌の硝化速度に影響を与えていると考えられる。なお使用した活性炭は精製が不充分なため塩基性物質を含んでいるとみられる。

5. 框試験における土壌の硝酸化成に対する処理の影響

室内実験を通して得た結果について圃場条件下で確かめてみるため，普通土に1/8坪の木框を作り，1954年5月12日第8表のような処理区を設けた。処理は表層から10cmまでの土壌について行い，同時に甜菜（本育192号）を40粒方眼に播種し，生育状況を参考に供した。分析用の土壌は株間につき採取した。7月15日までの土壌中の硝酸量と

地温及び降雨状況は第9図にまとめて示してある。期間中降雨により硝酸が流去し，また間引きを行つたものの甜菜による吸収の影響もあると思われるが，前半は総合区が優位に立ち，これに石灰区が続き明らかに石灰の効果がみとめられ，その後において石灰区及びクリリウム区が凌駕するに至つた。燐酸施用もある程度の効果を持続し，硫安単用区は7月5日以降になつて初めて硝酸のかなりの集積が認められた。硝酸区の硝酸は降雨に伴う変動が著しく認められた。甜菜は5月21日に発芽が始まり，23日にはほぼ揃つた。6月14日に最初の間引を行い，平均の生育のしたものを残して20株とし，以後18日に10株に，25日に5株

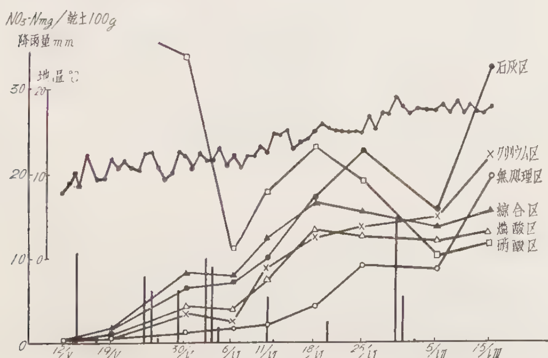
第8表　処理の設計

処理 ＼ 区名	無処理区	燐酸区	クリリウム区	石灰区	綜合区	硝酸区
硫　安(g)	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	—
燐酸二加里(g)	—	11.2	—	—	11.2	—
クリリウム(g)	—	—	7.5	—	7.5	—
炭酸石灰(g)				75.0	75.0	—
硝酸加里(g)	—	—	—	—	—	53.5

第9表　甜菜の生育調査

月日	調査項目 ＼ 区名	無処理区	燐酸區	クリリウム區	石灰區	総合區	硝酸區
6月14日	草　丈(cm)	4.2	5.5	5.1	5.1	6.9	4.4
	葉　数	5.4	5.8	6.0	6.0	6.8	5.8
6月19日	草　丈(cm)	6.4	5.7	6.8	6.8	8.1	5.5
	葉　数	7.2	7.4	8.4	8.2	9.2	7.4
6月25日	草　丈(cm)	6.7	6.5	8.6	8.6	11.3	6.5
	葉　数	7.6	7.8	9.2	9.2	10.8	7.8
7月5日	生草重(g)	27.5	38.4	29.8	39.0	72.8	40.9

第9図　圃場における処理に伴う硝酸化成の推移



にし，7月5日に抜きとつた。生育調査の結果は第9表のとおりである。調査株数が少ないので，参考の程度にとどまるが，7月5日の生草重では総合区＞硝酸区＞石灰，燐酸区＞，クリリウム区＞無処理区の順で，燐酸区を除けば硝酸化成の傾向と同様で，甜菜の生育には燐酸の効果がかなり大きく出ていることが認められた。

考　　　察

土壌は本来きわめて構造が不均一な上，種々の理化学的性質を持つ多相系であり，しかも畑では肥料が作条に沿つてのみ濃厚に施され，また伸長して来る根系との関連があり，更に管理や季節変化にともない，土壌の窒素代謝の一環として他の微生物と共に変動していると見られるから，土壌中における硝化菌の生理生態は考えられるよりも著しく複雑なものであろう。

本報では土壌を一応巨視的に見て，硝化作用を促進する手段ともなつていると見られる堆厩肥連用の効果を土壌条件に限つて解析して見たのである。すでに土壌の硝化力に影響する条件としてアンモニア含量，通気，水分，活性カルシウム，炭酸塩あるいは他の緩衝物質などが挙げられ，阻害するものとしてテルペン，ワックスの類や水溶性有機物のあることが報告されている[19)30)]。これに加えて近年 LEES と QUASTEL[13)14] は土壌の置換容量，引いては界面現象が関連をもつていることを perfusion technique の利用により見出したとしている。この他に地温の影響が著しいことが当然考えられるが，今回は室内実験はすべて28°Cで行つたので，これについてはふれない。さて堆厩肥の施用が硝酸化成に対して好影響を与える事は既に認められているが[26)30)]その効果を解析的に研究している例はほとんど見られておらない。硝化作用に対する土壌条件の直接的な影響に限つてみると，今回の実験結果では土壌水分については先ず問題がない様である。水分と拮抗的な立場にある通気についても圃場試験においてクリリウムの施用効果が認められたが，他方で踏圧されて普通土より低い孔隙率の培養土でもなお且硝酸化成はまさつており，むしろ他に要因が求められる。また置換容量については培養土が普通土に比してかなり大きいが，普通土にベントナイトのようなものを別途添加してもはつきりした効果は認められない。他方，これらのうち効果のあつた堆肥と活性炭とは土壌の緩衝能を明らかに高めていた。しかして培養土が普通土に比してアンモニア添加量をますことによる化成速度，引いては化成量の差が大きくなる傾向にあり，これは土壌の緩衝能が高いためと認められること，更には両土壌に石灰を加用する時はその硝酸化成の差がなくなることなどからしても土壌の反応の動きが著しく硝酸化成の経過を左右しているとみる

ことが出来る。従つて今回の実験結果においては堆厩肥連用の効果は主として緩衝能において大きく現われていると見て差支えないようである。

然しながら室内実験の結果と異り，圃場状態では燐酸や通気性もなお制限因子たり得ることを示しており，このことは土壌水分の問題も含めて室内実験の限界を示すものであつて，圃場での実験方法を今後確立して行くことが必要であると考えられる。なお殺菌堆肥の施用効果が培養初期から出ていることは何らかの促進物質の含有を示しているとも考えられる。近年作付に伴う土壌の硝化作用の変化に関する報告[28)29]がしばしばなされているが，堆厩肥施用の場合と同様の方法論である程度までは解明されうる問題と思われる。本実験は主として土壌条件の面から検討を加えたのであるが，もち論アンモニア施用当時の土壌に保持されている硝化菌の数が著しく影響するものでもあり，ことに堆肥自体が硝化菌をもつていることからみても，堆厩肥連用の意義を微生物の面から検討する必要がある。これについては改めて報告することにしたい。

要　　約

春季低温時における土壌の硝化作用を促進する手段を見出すため，堆厩肥連用の効果を主として土壌条件の面から解析を行つた。そのため琴似沖積土の堆肥連用土壌と普通土壌について比較検討を行つた。

1）1953年秋の框試験では堆肥連用土壌の方が約50%硝酸化成が進んだ。地温が 10°C 以下に下つてもアンモニアの減少が順調に進み，反応は硝酸態窒素量とほぼ逆比例の関係で経過した。

2）両種の殺菌土壌にそれぞれの生土の少量を接種した場合，接種による硝酸化成の差は培養初期に認められたが，後期にはほとんどなくなつた。他方土壌間の差については培養土が全期間にわたつてまさつていることが明らかに認められた。

3）土壌は培養されることによつてその理化学性が改良されたが，ことに孔隙率，容水量，有効態燐酸及び置換容量の増加が顕著であつた。pH，置換酸度及び置換性石灰についてはその変化が明確には認められなかつたが，緩衝能は培養によつて明らかに高くなつていた。

4）両種の土壌はいずれも容水量の80%の水分で最高の硝酸化成を示した。

5）土壌の粒経別試料についてコルベンで通気に関する実験を行つても何らの差が認められなかつた。しかしながら圃場でブリキ円筒に抜きとつた孔隙率のほぼ等しい両種土壌については，培養土の硝酸化成がなお良好であつた。

6）燐酸塩の加用は何らの効果を示さなかつた。

7）アンモニアの施用量を増すにつれて両土壌間の硝化の差が大きくなつたが，最終 pH はほぼ等しかつた。

8）炭酸石灰の加用は両土壌とも著しく硝化を促進しほとんど差が認められなくなつた。

9）諸種の添加物のうち効果を示した活性炭及び殺菌堆肥は土壌の緩衝能をたかめていた。

10）1954年春の框試験で石灰の著しい硝化促進効果が認められたが，クリリウム及び燐酸塩も効果があり，結局総合区が硝化の初速度が最も早く，作付した甜菜の初期生育も最もよかつた。

この研究に対してご教示をいただいた当場農芸化学部長西潟高一技官に対し深く感謝の意を表する。

文　　献

1) Allison, F. E., E. M. Roller, and J. H. Doetsh : Soil Sci. 75, 173 (1953).
2) Allison, F. E. and E. M. Roller : Soil Sci. 80, 431 (1955).
3) Amer, F. M. and W. V. Bartholomew : Soil Sci. 71, 215 (1951).
4) Anderson, O. E. and E. R. Purvis : Soil Sci. 80 313 (1955).
5) Duisborg, D. C. and T. F. Bueehrer : Soil Sci. 78 37 (1954).
6) Eno, C. F. et al : Soil Sci. : Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 19,55 (1955).
7) Fin, R. K. : J. Bact. 70, 352 (1955).
8) Fitts, J. W., W. V. Bartholomew, and H. Heodel, : Soil Sci. Soc. Amer. proc. 19,69 (1955).
9) Fraps, G. S. and A. J. Sterges, : Soil Sci. 34, 353 (1932).
10) ＿＿＿＿＿＿ : ibid. 47, 115 (1939).
11) Fry, B. A. and J. L. Peel, : Autotrophic micro-organisms Cambridge Univ. Press (1954).
12) Goldberg, S. S. and P. L. Gainiry, : Soil Sci 80, 43, (1955).
13) Lees, H. and J. H. Quastel, : Biochem. J. 40, 803 (1936).
14) ＿＿＿＿＿＿ : ibid. 40, 815 (1946).
15) Lees, H. : Nature 167, 355 (1951).
16) Lemon, E. R. and A. E. Erickson, : Soil Sci. 79, 383 (1955).
17) Martin, W. P., T. F. Buehrer, and A.B. Caster, : Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 7, 223 (1942).
18) Meiklejohn, J. : J. Soil. Sci. 4, 59 (1953).
19) 三井進午　他 : Lyon & Buckman　土壌学　朝倉書店 (1950).

20) QUASTEL, J. H. and P. G. SCHOLEFIELD, : Bact. Revs. 15, 1 (1951).
21) QUASTEL, J. H.: Roy. Soc. Proc. B. 143, 159 (1955).
22) RUSSELL, J. C. et al : Soil Sci. 19, 381 (1955).
23) RUSSELL, E. J.: Soil conditions and plant growth. 8th. Ed. Longmans Green and Co., London (1949)
24) 坂井弘：北海道農業試験場彙報 71号, 21 (1956)
25) STANFORD, G. and J. HANWAY: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 19, 74 (1955)
26) STEVENSON, I. L. and F. E. CHASE: Soil Sci. 76, 107 (1953).
27) WAKSMAN, S. A.: Principles of soil microbiology WILLIAMS & WILKINS Co., Baltimore (1932)
28) ____________ : Soil microbiology JOHN WILLEY & Sons, Inc., New York (1952)

Résumé

In order to determine the appropiate method that will tend to promote nitrate production in early spring, the effect of continuous manuring was examined chiefly with respect to soil conditions.

For this purpose experiments based upon continuously manured soil and non-treated soil at Kotoni were made.

1) In field experiments during the fall of 1953 nitrification took place with about 50% more nitrate in continuously manured soil than in control soil. Even at lower temperature than 10°C, the decrease of ammonia could be found to continue. Soil reaction proceeded in inverse proportion to nitrate formed.

2) When each plot of sterilized soil was inoculated with small amoumts of two original soils respectively, there was difference in the rate of nitrification noted by different inocula only during the early period of incubation. On the other hand, as a difference between two soils, nitrate was formed to a greater extent in continuously manured soil during the whole period.

3) The improvement of physico-chemical properties as a result of continuous manuring might be attributed to such factors as pore space, moisture-holding capacity, available phosphate, and exchange capacity. There could be seen no significant difference between the two soil ines respect to pH, exchangeable acidity and exchange capacity. Buffer action of the soil was enlarged as a result of manuring.

4) Both sorts of soil showed the greatest rate of nitrification at water content equivalent to 80 % of moisture-holding capacity in pot cultures.

5) Aeration experiments noted with different particle size samples cannot be conducted accurately under laboratory conditions. Although the two sorts of soil collected with tin cylinders under field conditions had nearly the same pore space, there was significant difference between them.

6) The addition of phosphate exerted no effect on nitrification in both sorts of soil.

7) The difference in nitrification between them became larger as a result of increasing of ammonia added, but ultimate pH values were almost the same.

8) Nitrate formation occurred so readily in soil to which $CaCo_3$ was added that there can be seen no significant difference between the two soils.

9) Soil buffering action was increased to a greater extent by the addition of active carbon and sterilized manure, which was more useful for nitrification among various materials applied.

10) In the field experiments during the spring of 1954 the addition of $CaCO_3$ had a decidedly stimulating effect on nitrate formation, which was promoted as a result of the addition of "Krilium" as well as phosphate.

However, during the early period much nitrate was formed in the all-treated plot, so sugar beets planted in this plot grew best.

土壌侵蝕防止の研究
第6報 融雪による土壌侵蝕

西潟高一*・佐藤康夫**

STUDIES ON SOIL EROSION CONTROL
VI. A TYPE OF EROSION CAUSED BY THAWING

By Takaichi NISHIKATA and Yasuo SATO

緒　　言

北海道のような寒冷地帯における土壌侵蝕の一つの型として春季の融雪，解凍によるものを見逃すことは出来ないものである。既に BENNETT[2] はその著書中に融雪による流亡の例を示しており，AYRES[1] は土壌の凍結が流亡の1要因となつていることを示している。先に行われた石狩川[10]並びに十勝川[3]における浮泥量の調査結果によつて見ても，融雪による増水期の後期にその含有率が著るしく高まつているものであるが，これは積雪時には土壌の流亡をむしろ阻止するように働いているが，融雪とともに融雪水並びにその後の降雨などによつて流亡が著るしく促進されているものであることを示しており，いずれにしても春季の流亡に対して雪が重要な役割を果していることが知られる。また寡雪地帯における土壌凍結と流亡に関しては山田[12,13]，八鍬ら[11]は十勝地方において，東[4]は網走地方においてそれぞれ調査研究を行つているが，融雪または解凍時には土壌の流亡がかなり顕著に見られる。しかしこの流亡は積雪，凍結の状態並びに土壌の性状によつて幾分その様相が異つているものであることが知られる。一方積雪がある程度以上の深度に及べば表土の凍結はおこらないことは既に古くから知られているが，村井[8]は幌加内，音威子府などの多雪地帯における調査結果から，本道では70～80cm以上の積雪深度においては凍結はおこらないものであることを示している。従つて多雪地帯と寡雪凍結地帯とでは，春季の土壌流亡の様相は著るしく異つてあらわれるものであることが推定される。このような観点から凍結の見られない多雪地帯における春季の侵蝕の実態を知らんとして，喜茂別土じよう肥料第5研究室の圃場において融雪時の調査を試みたものである。この地帯は羊蹄山麓に位し，有数の多雪地帯の一つとして知られており，全降水量の約50%(600～650mm)は降雪の形で示され，例年4月末ころまでは2m内外の深さで雪に覆われている。根雪は概ね11月末で比較的早いため土壌の凍結はほとんど全く見られない。またこの地帯は羊蹄系火山灰土から成つており表土は比較的深く，土壌は膨軟で透水性はかなり大である。本調査は昭和26年春の融雪時に1，2の実験を試みたものであるが，土砂の流亡は全く見られなかつたので，これは試験方法の不備によつておこされたものと思い，さらに同年秋から周到なる準備と注意の下に調査を開始し翌春までこれを継続したものである。この結果1，2の知見を得たのでその結果をここに報告する。

本調査に多大の協力を得た土壌保全研究室飯田前室長並びに附圖作成に当られた土じよう肥料第6研究室瀬川技官に感謝の意を表す。

調査の方法

気象の概況：定時の観測を常法により行つた。

積雪量：秋季あらかじめ圃場内数カ所に積雪計を埋設しておき，降雪後天候の回復を待つて測定した。春季はおおむね日ごとに積雪量の変化を測定した。この際積雪計の埋設部分は積雪計の目盛りにより，離れたところではボーリングによつて地表面までの深さを測つた。

作物跡地の流亡：作物の種類試験区をそのまま利用した。試験区面積2m×5m.

圃場内の流亡：集水面積約12反の凹地に集水槽を設けここに集まる，水及び土壌を捕捉した。流去水は毎日11時～15時の間King's Weir三角堰により測定し計算した。

農道側溝の流亡：圃場から流出する水は道路及び側溝

* 農芸化学部　** 同土じよう肥料第5研究室

に大部分が集まるものと見て，春季の流去水の最も多量に集まるものと考えられる部分（集水面積約4町歩）の側溝の最下部に集水槽を設け流去水を捕捉した，流量はKing's Weir 三角堰を用いて測定した。流亡土壌は流去水とともに流れ去つたものはそのままとし，沈泥槽に残留したもののみを集めて秤量した。

調　査　結　果

1.　気象の概況と積雪状況

昭和 26 年 10 月から翌 27 年 4 月に至るまでの気象観測の結果を集計すると第 1 表に示すごとくになつている。

[illegible] 10 月は比較的好天に恵まれていたが，10 月22日に初雪を見るに至り，やがて [illegible] し，その後多少の高低を繰返したがその低下度は著るしくなり，2 月に至つて最低 −14°C，極温は −19.7°C を示した。3 月に入ると寒気はややゆるみ次第に上昇傾向をたどるようになるが，4 月に入ると急激な上昇を示している。一方冬型気候の発達に伴い山麓地帯特有の降雪はほとんど連日にわたつて見られたため日照時数は極度に少なく経過した。3 月に至り気温がやや上昇するようになると天候も次第に回復し日照日数も著るしく増し，更に 4 月に入れば降水日数も著るしく減少した。

第 1 表　　気　象　の　概　要

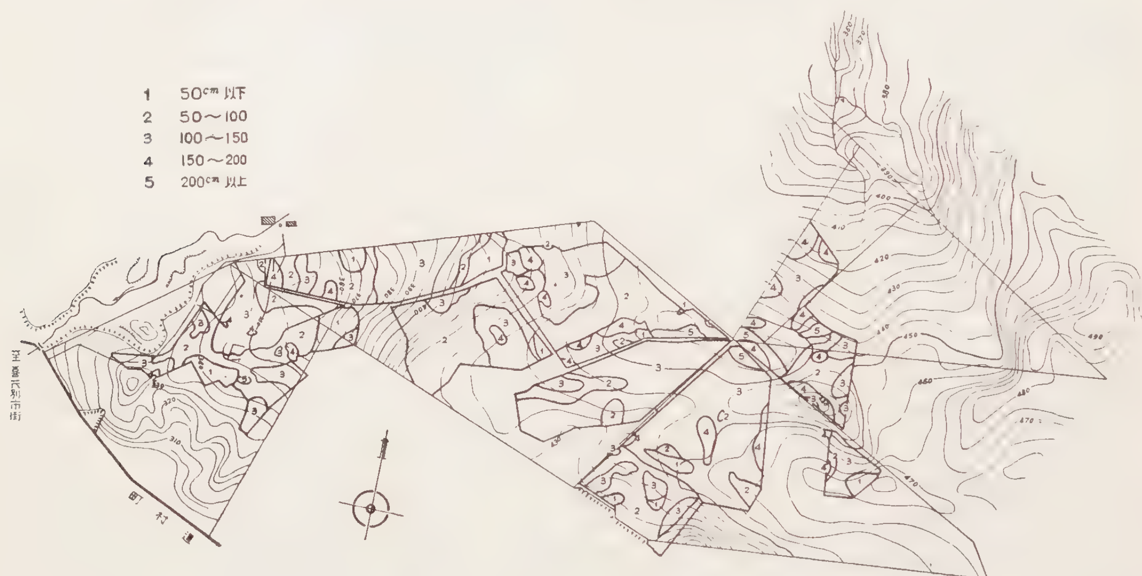
月別 ＼ 項目		10	11	12	1	2	3	4
気温	平　均 °C	8.0	2.3	− 2.6	− 6.6	− 9.8	− 3.6	4.3
	最　高 °C	13.3	6.5	1.8	− 3.2	− 5.5	1.6	9.2
	最　低 °C	2.7	− 2.0	− 6.5	−10.0	−14.0	− 8.8	0.6
	高　極 °C	20.7	15.9	7.3	3.2	0.3	6.8	21.0
	低　極 °C	− 2.5	−10.0	−13.9	−14.3	−19.7	−18.7	− 9.7
降水量	日量最大（mm）	21.2	42.6	15.9	26.7	8.2	15.2	27.9
	総　量（mm）	94.2	124.7	75.8	135.1	69.0	82.3	115.8
積雪	平均積雪（cm）	—	51.7	47.1	95.0	141.3	152.6	62.6
	最　深（cm）	—	96.0	80.0	130.0	161.0	215.0	132.0
	降雪總量（cm）	—	109.6	107.1	179.7	80.7	126.7	12.8
降水日数		16	25	22	30	27	21	17
10時平均風速（m）		1.9	1.8	1.7	1.5	1.7	1.7	2.0
最大風向		W	WSW	NW	WNW	NW	W	S
日照時数		128.5	65.6	69.3	78.7	98.5	152.7	143.0
根雪始終日			25					27

さらに風向もまた気圧の配置に左右され，秋季の西ないし南西の風は次第に北西ないし西北西へと転じて行つた。降雪後これらの風は斜面の雪を飛散せしめ，時によるとはなはだしい吹雪を生じ，このために斜面における積雪の状態を著るしく変化せしめている。3 月に入ると西風が卓越し，4 月以降にはむしろ南西ないし南の風が多くなり風速も次第に増し，いわゆる春の季節風の時期に入りつつあることを示している。

この年の初雪は 10 月 22 日であつたが根雪は約 1 カ月おくれて 11 月 25 日となつている。降雪はほとんど連日にわたりこの間に吹雪も交え，1 月には降雪量は著るしく多くなり，2 月にはやや少なかつたが 3 月に至つて再び多くなり，これに伴い積雪量は次第に増し，3 月に最も多量を示すに至つた。しかしこの時期に示された最深部 215 cm，平均 152 cm はこの地帯の平年積雪量に比して必ずしも多い程のものではなかつた。4 月に入り気温の上昇とともに融雪も著るしく促進され，4 月 27 日には圃場内には所々にわずかの残雪を残すのみで大部分のものが消失したので，この日を根雪最終日と判定した。

圃場内における積雪の状況は，風向と斜面の関係によつてある場合には飛散するものもあり，あるいは吹きだまりになつている部分などが生ずるため種々異つて来るものである。このことは既にシルヴニストロフ[10]がノボシリブク試験場において，またシチエクレイン[11]がキーロフ市において観測した結果，斜面から吹き飛ばされる雪の量は斜面の向きによつて非常に差を生ずるものであり，高い地点の丘

陵の頂部は風のため雪が吹き飛ばされるため，雪のたまる低地や斜面より深度が小さくなるし，作物の刈株などが存在すれば雪がその部分にたまつて深度を大きくするなど，地形のわずかの変化が積雪深度に著るしく影響していることを指摘している。本調査においてもこの傾向は全く同一で，本地区では1月以降には西北西あるいは北西の風が卓越しているため，南または南東面の傾斜の頂部あるいは中央部分の広い地積では深度がきわめて小さくなつている。一方またこの部分に設置された防風林の周辺にはきわめて深い吹きだまりを生じ,その形態はある時は波型を呈し,ある時は移動する砂丘のように見られた。概していえば南斜面は積雪量が少なく，北斜面には多くなつていることが見られた。また同一斜面では凹地あるいは谷の部分に特に多く堆積されている。3月20日に調査した圃場内の積雪状況は第1図に示す如くであるが,本地帯のような多雪地帯では畦あるいは残存刈株などの影響はほとんど無視されるもので，積雪量の多少は主として地形あるいは立木の影響がきわめて顕著にあらわれていることが明らかにされている。



第1図　　積　雪　分　布　図　　昭和27年4月

2. 融雪状況並びに流去水による土壌流亡

積雪の状況は地形の複雑な程深浅一様ではないが，いずれにしても3月上旬に至り気温が上昇するとともに積雪表面から次第に融け初め，昼間は融雪水が積雪層中に滲透しているが，夜間は再び凍り水の被膜を生成したような状態を示している。このような変化を繰り返している間に3月下旬ころから融雪水が地表に到達するようになり，この水分が地中に滲透し初めるようになると積雪層の厚さは急激に減少するようになる。融雪は南面及び南西斜面は著るしく早く北斜面は非常におくれる。また特殊の吹きだまりなどのない場合には斜面の上部の融雪が早く次第に下方に及んで来るもので,また斜面の凸部の融雪も早く凹部,谷の部分の融雪はおくれている。立木の周辺林内は著るしく遅延する。更に融雪時には畦の存在あるいは残存刈株などの影響もまた見逃し得ないもので，このようなきわめてわずかの変化にもかなり左右されることなどが認められる。融雪状況については前述のキーロフ市[6]あるいはノボシリスク試験場[5]においてもほぼ同様の観察を行つており，春の融雪は地形の変化によつて同一にはあらわれないもので，南一南西一南東斜面の丘陵の頂部から斜面一平坦地の順にとけるもので,この斜面では融解が急激に進行するのに反し,北斜面では融雪がおそくしかも平均してとけて来るもので，従つて土壌の凍結も北斜面では徐々に除かれて来るため，春の流亡は南斜面に著るしくなることを指摘している。

4月以降の気温その他の推移と融雪状況は第2表及び第2図に示すごとくで,日々の気温も不同であり風の状態も一様ではないが，積雪程度はかなり一様に減少しているように見られる。大部分のものは融雪水として下層に透しているか，1部は蒸散しているものであることが見られる。而して500 mm を越す多量の水分が積雪の形で地上にたまつていたものが比較的速かに融解しているにもかかわらず，この融雪水は積雪層を通過しきわめて徐々に地表に到達し滲透していることが見られる。従つて積雪下の土壌の水分含量はきわめて多く，ほとんど飽和状態を呈している

第 2 表　　融　雪　時　の　気　象

項目 ＼ 月日	4. 8	10	12	14	16	18	20
積雪量 (cm)	123	107	99	93	84	74	63
平均気温 (°C)	10.9	4.7	5.4	3.5	3.7	1.6	4.5
濕度 (%)	96	78	76	56	99	95	99
風速 (m)	1.9	2.8	—	1.8	1.9	2.6	1.2
風向	S-SSE	NW-W	NW-NNW	WSW-S	NE-W	S-W	S
天候	晴	曇	曇	曇	晴	曇(小雨)	曇



第 2 図　　融　雪　状　況　調　査　　昭和 27 年 4 月

ものであるが，融雪が広く徐々に進行しており，水が地面に集中して流去をおこすまでには至らないことと，元来この土壌の滲透性がきわめて大であることとによつて地表流去量がきわめてわずかとなるもののように思われる。融雪が進み斜面の上部から地表面が露出されるようになると，その後の降雨や融解によつて露出部分にわずかながら流亡が認められる。しかしその下方に積雪層があるためその部分で流亡が阻止されている。従つて融雪のおそい部分には幾らかずつ上部からの微細粒子の集積がおこることが知られる。このことは既にドリユチエンコ[7]も指摘しているところで，斜面流去水中の土粒が積雪によつて沈澱され，地表の腐植層を厚くさせていると述べている。このような観点から著者が先に行つたこの圃場の侵蝕状態[9]と今回調査の融雪状態とを合せて見ると，融雪の早い部分は概して侵蝕程度が大きくなつていることが知られ，この間に一脈の関連のあることが認められる。即ち融雪の遅速によつて一方は融雪降雨，あるいは風などの影響により表土が失われ，他方にはこれらのものの集積がおこつていることを示しているものといえよう。さらにまた凹地あるいは吹きたまりなどによつて融雪がおくれており，その下方に地面の露出している場合には，残雪の部分から流出する水によつて多数の rill の生成が認められた。しかしこのような場合でも融雪は比較的速かで残雪量は急激に減少しているため，生成された rill は斜面の途中において数m位のところで自然に消失し，しかも一日一日と生成も少なくなつており，結局土壌が圃場外に運搬されたと認められる場合は全くなかつた。圃場内に集水槽を設置して約 1 町 2 反歩の地積から集まる水の量を測定した結果は第 3 表に示すごとくで，融雪が急速に行われるようになつた 4 月中旬以降連続測定した。その結果集水槽に集まる流去水の量は毎日ほぼ 2 m^3 前後でやや一定している。このことはさきに第 2 表に見られたように積雪量の減少度とほぼ一定の問題を示しているものである。4月18日には降雨があつたため流去水量は著るしく多くなつており，この時期のわずかの降雨が著るしい

第 3 表　　耕地を流去する融雪水

月 日	4.16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	5. 1	合 計
流去量 (m³)	1.55	1.66	3.31	1.40	1.76	2.23	2.16	1.98	1.48	2.59	1.91	2.34	1.98	2.48	1.44	2.28	32.55

影響を持つていることが知られる。しかし圃場内においてはいずれの場合でも土壌の流亡は認められなかつたが，土壌流亡の阻止されたのは前述のごとく土壌の性質と積雪層の影響と同時に，圃場内には作物残存株，草地あるいは等高線栽培の畦などがそのまま残つており，これらのものが流去水とともに移動する土壌粒子を阻止，炉過したためであると見られる。一方秋季収獲物の運搬などのため土橇または馬車などによつて生成された轍の跡が残されているような場合には，この部分に融雪水の集中と流下が見られ，これからやや顕著な流亡の様子の見られているものも少なくない。土橇あるいは轍によつて鎮圧されたため，この部分の滲透は著るしく阻害され，集中した水はそのまま流下し，これが遂に土壌の運搬移動をひきおこすまでに至つたものとみられる。このようにして残された土橇の跡が融雪後の降雨時に gully にまで発達する根源をなしている。

次に融雪時における作物の種類，作付跡地の流去について測定した結果は第 4 表に示すごとくで，玉蜀黍，アスパラガスのように畦立あるいは培土がそのまま残されているような場合には水分は畦間において滲透する部分が多くなるため流去水の量が著るしく抑えられていることが知られる。

第 4 表　作物跡地と融雪流去水量

區番号	作 物 名	融 雪 流 去 水	流 去 率	流亡土壌
		mm	%	
1	玉 蜀 黍 跡	19.5	3.2	—
2	馬 鈴 薯 跡	49.3	8.0	（痕跡）
3	秋播ライ麦	44.4	7.2	—
4	牧　　草	21.6	3.5	—
5	アスパラガス	3.4	0.5	—
6	除　虫　菊	1.9	0.3	—

一方牧草，ライ麦のように地表面が密に茎稈で被覆されている場合には滲透はむしろ鈍くなり，流去水として地表面を走る部分が多くなつている。馬鈴薯のごとく秋季の収獲に際して土壌表面が攪拌される作物にあつては，地表流去水の量も著るしく多くなつている。しかしいずれの作物においても土壌の流亡は認められない。

このように圃場内においては滲透を高め，土壌粒子の移動を阻止するものがあるため，流去水量も少なく且つ土壌の流亡もほとんど見られないものであるが，圃場外における排水路，道路側溝などには相当多くの水の流下が見られる。即ち排水，側溝などでは集つた水が地中へ滲透することもなくほとんどすべてが流下するため水量は次第に増加するもので，しかも単に融雪時の流去水ばかりでなく，一旦地中に滲透したものの一部が浸出したものも加わつているので水量は更に多くなるものと見られる。排水路の下方に集水槽を設置し，融雪水流下のみられ始めた時から終了時までの間測定した結果は第 5 表に示すごとくである。即ち普通圃場，草地，林地を含めて約 4 町歩とみられる集水地域からの流去水量は約 361m⁻³ を示している。流去水量は測定の日時によつて著るしく異つているが，中旬以降融雪が促進される時に至れば水量も急激な増加を示し，月末に至り積雪量の減少とともに減少している。 4 月 18 日

第 5 表　農道及び側溝を流去する融雪水

月　日	流去量 (m³)	月　日	流去量 (m³)
4. 9	8.86	4.22	29.95
10	0.86	23	22.18
11	—	24	9.50
12	4.61	25	23.04
13	6.19	26	10.08
14	1.08	27	27.65
15	—	28	27.07
16	4.10	29	14.40
17	2.95	30	4.68
18	64.80	5. 1	3.96
19	40.32		
20	17.28	合　計	361.58
21	38.02	流亡土壌	816.3 kg

にみられた降雨の影響は圃場内にみられたよりも更に顕著にあらわれている。これに伴い流亡した土壌は約 816 kg となつているが，これは集水槽中に沈澱したもののみを示したものであつて，流去水とともに流出するものは測定していないので，実際に流亡した量ははるかに多くなつているものである。先に観察したように融雪時の圃場内からの流亡土壌量はきわめて少ないことからみて，ここに示されたものの大部分は圃場外，即ち道路，排水路などの侵蝕によるものであると思われる。事実農道の一部特に不適当に作られている場合にはその周辺の融雪水を集中せしめており，この流下水は多量の土壌を運搬している。またこれらの流去水によつて道路の屈曲部の一部が破壊されて流去水が圃場内に溢流し意外の損傷を与えている例もある。また

排水路，道路側溝の保護が不完全の場合には多量の融雪水によつて溝の深さを増し側壁を侵蝕して幅員を増大し，遂にはgully 生成の原因になつたり，放水地において多量の土壌を流亡せしめている例も見られた。

以上定性的な調査結果から早春の融雪時における土壌凍結の見られない多雪地帯の侵蝕はほとんど見られないもので，土壌凍結地帯とその様相の全く異るものであることが知られた。即ち多雪地帯においては多量の雪が比較的短期間に融解するにもかかわらず土壌の流亡損失はほとんどみられないが，これは土壌が凍結していないため地表面に到達した水分は徐々に地中に滲透し得ること，一方には融雪水は積雪層を通過して地表面にはきわめてゆるやかに到達するため破壊的な作用をあらわすに至らないためであるとみられる。従つてこの時期に強い降雨に見舞われるならば表土の流亡は著るしく大きくなることが予想されるものである。結局かかる地帯においては相当多量の積雪があつても，これが徐々に融けている時には土壌の流亡はおこらないものであつて，むしろ融雪直後の降雪及び積雪前の秋の降雨による侵蝕が重要なる意義を持つているものであることが知られる。

摘　　要

土壌凍結の見られない多雪地帯における融雪時の侵蝕状況を知るため，喜茂別土じよう肥料第5研究室圃場を用いて調査を行つた。その結果を要約すると次のごとくである。

1.　11 月以降ほとんど連日降雪がみられ，3 月の積雪量の平均 152 cm，最深 215 cm を示した。

2.　積雪は風向と斜面の関係によつて一様ではなく，南斜面に少なく北斜面が多くなつている。地形あるいは立木の影響によつても著るしく異つている

3.　融雪は 3 月下旬から始まるが，南面及び南西面は早く，北面はおそくなる。斜面の上部から下方に及んで来るが，立木の周辺や林内は著るしくおそくなる。

4.　圃場内における融雪の速度はほぼ一定しており，約 1.2 ha から流出する水の量は 1 日当 2 m³ 内外を示した。

5.　融雪によつて表面流去水は見られるが，土壌の流亡はほとんど見られない。この土地においては凍結層がないため融雪水の滲透がよくなること，畦あるいは作物による滲透の増加，土壌粒子の炉過作用などによつて土壌の流亡が阻止されるものとみられる。

6.　排水路，道路側溝などには多量の水が集中し土壌の流亡もまたみられる。この土壌の多くは圃場内から運ばれたものではなく，道路あるいは水路の侵蝕によつて示されたものと思われる。

文　　献

1. Ayres C.E. (1936) : Soil erosion and its control. p. 36.
2. Bennett H.H. (1934) : Soil Conservation. p. 101, p. 286.
3. 堂腰　純 (1954) : 北海道綜合開発委員会資料. 鉱上, 19, p.p. 40〜44.
5. 満鉄調査局譯 (1943) : 土壌侵蝕防止の研究. p. 81.
6. : p.p. 392〜393, p. 342.
7.
8. 村井延雄 (1955) : 北大農学部演習林研究年報. Vol. 17. No. 2, p.p. 769〜792.
9. 西潟高一, 竹内　豊 (1952) : 北農試彙報　第 63 号.
10. 農業物理研究所 (1950) : 水害の綜合的研究　第 3 輯.
11. 八鍬利助, 藤井重人 (1953) : 北大農学部邦文紀要 1, 3, p.p. 216〜221.
12. 山田　忍 (1951) : 土肥誌　21, p.p. 268〜74.
13. ———, 田村昇市 (1953) : 土肥誌　23, p.p. 101〜4.

Résumé

To learn about type of the erosion caused by thawing on an area where snow falls very much and soil freezing is never seen, several investigations were carried on in the fields of the soil conservation experimental farm at Kimobetsu from fall of 1952 to early spring of 1953. The results can be summarized as follows:

1. Snow fell for the first time on Oct. 22, and after Nov. the snow fall continued almost every day. On March the depth of fallen snow showed 152 cm in average and 215 cm the deepest.

2. The depth of fallen snow was not influenced in the same way by the direction of wind and side of slopes. More snow accumulated on north side than on the south. And on the same side, the appearance of fallen snow greatly differed according to the influence of the relief of the field and of growing trees.

3. Thawing had begun from the last of March and proceeded more quickly on south side than on the north side. On the same slope snow diminished from upper part to under gradually, but it remained for a long time under the growing tree and in forest.

4. In the field, the thawing rate was nearly

the same every day; the amount of water gathered from the acreage of 1.2 hectares showed about 2 cubic meters per day.

5. As a result of thawing, there could be seen some runoff water but no soil erosion. It is suggested that the soil has a good infiltration capacity and there is no frozen layer in the soil, so the thawing water could infiltrate rapidly; still more, as an effect of rows and crops on the contour, the infiltrate was increased and the soil particles in the water deposited between the rows.

6. Very much of the runoff water gathered in the diversion ditch and side ditch along the roads, and in these accumlations of water some soil lose could be seen. But the most part of the soil would be carried away by erosion of roads and ditches rather than by erosion of field.

馬鈴薯疫病菌の生理学的研究

第11報　馬鈴薯疫病菌生態系の培養性質の差異について

酒　井　隆　太　郎*

PHYSIOLOGICAL STUDIES ON *PHYTOPHTHORA INFESTANS* (MONT) DE BARY

PART 11. ON THE PHYSIOLOGIC DIFFERENCES BETWEEN FOUR PHYSIOLOGIC RACES OF *P. INFESTANS*

By Ryutaro SAKAI

I　緒　　言

さきに筆者は在来の馬鈴薯疫病菌系統の培養法並びに生理的性質について実験を進めて来たが[3)4)5)6)]，近年馬鈴薯種間雑種の普及増殖に伴つて，これらを侵す疫病菌生態系が出現した[1)9)12)]。このような各生態系の出現は疫病抵抗性品種の育成上きわめて重要となつて来た[7)8)]。

したがつてこれらの生態系の特性を知ることが必要となつたが，これらの研究を進めるため，まず純粋培養で各種の生態系を随時に各種の実験に供試し得ることが必要である。

本報告では当究室で分離保存中の4種類の生態系の基本的な培養性質を明らかにするため各種の炭素源，窒素源及び生育因子について比較検討した結果疫病菌の各生態系間に窒素源及び生育因子の栄養要求に相異が認められた。この結果により，各生態系を純粋合成培養基上で従来の菌系とほぼ同様に生育せしめることが可能となつたのでその結果を報告する。

なおこれらの4種類の異つた生態系の培養性質が，各生態系の基本的な性質をしめすかどうかは，更に多くの分離菌株について目下実験中である。

II　実験材料及び実験方法

実験材料　供試菌は当病害第2研究室分離保存のH_1，H_3，H_2 及び $H_{2,3}$（H_4）であり，これらは国際命名法による Race O，Race 1，Race 4 及びRace 1.4 の系統に属する。これらは罹病各品種の馬鈴薯葉また塊茎より分離したものであり，各生態系が得られた馬鈴薯品種，採取場所，期日並びにそれぞれの病源性検定結果を示すと第1表の通りである。なお検定植物としての馬鈴薯品種は栽培種男爵，種間雑種 kennebec 48005—83，41089—8を供試した[11)]。

第 1 表　　馬鈴薯疫病菌生態系の獲得と病源性

菌株名	疫病菌系統（国際命名法）	検定植物（品種名，遺伝子型） 男爵薯	Kennbec R_1	48005—83 R_4	41089—8 R_1 R_4	採取品種，場所，期日 品種	場所	期日
H_1	Race 0	+	−	−	−	農林1号	琴似	1955年10月
H_3	Race 1	+	+	−	−	Kennbeec	菅平	1956. 9
H_2	Race 4	+	−	+	−	48005—83	琴似	1955. 8
$H_{2,3}$ （H_4）	Race 1.4	+	+	+	+	4702—7	菅平	1956. 9

これらの生態系の菌株保存には菜豆寒天培地を用い10日ごとに更新して植継いだ。なお各生態系の病源性は各検定植物の塊茎における接種試験の結果本実験の期間を通じて保たれその変化は認めなかつた。接種菌株は偏平培養瓶に10〜14日間培養した馬鈴薯寒天から一定量の菌糸を寒天

* 病理昆虫部　病害第2研究室

の小片と共に切りとつたものを接種源とした。また培養は各供試培養寒天を試験管に 10 cc あて分注し，3 日間間けつ蒸気殺菌を行い斜面培地とした。なお培養菌体の生育の観察を便ならしめるため特に大型試験管（径23mm）を用いた。また液体培養は 100 cc 容三角フラスコに培養液 10 cc あて分注して用いた。

培養方法及びその他の操作は従来通りに行つた。[3,4,5] 温度 19°C の恒温器中で静置培養を行つた。培養開始後一定期間ごとに菌体の生育状態を観察し培養終了後生育量，並びに培養液の pH を Beckman 硝子電極 pH 測定器で測定した。なお菌体生育量の測定は試験管菌体生育培地に少量の蒸溜水を加え，湯浴中で寒天をとかし，菌体は白金線で採取し直ちに温水で充分洗滌して寒天を洗い流し，その後に濾紙にはさんで水分を除去し，これをいつたん硫酸デシケータに保つて大体乾燥させ，更に 70〜80°C 乾燥器中で恒量になるまで保ち秤量した。

本実験に使用した基本培地の組成は次のごとくである。なお炭素および窒素源に関する実験では glucose, asparagine の炭素および窒素と当量となるように各種の栄養源を与えた。

asparagine	1.0 g	$FeCl_2$	0.001 g
KH_2PO_4	0.5 g	glucose	30.0 g
K_2HPO_4	0.5 g	thiamin	200γ
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0.5 g	蒸溜水	1000 cc
$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	0.1 g		

なお他の供試培養基組成については実験の都度示した。

Ⅲ　実　験　結　果

1. 水素イオン濃度を異にする培養基上における本菌生態系の生育

供試 4 生態系の培養基上における生育と培養基 pH の関係を知るため，馬鈴薯寒天培養基の pH をかえて培養実験を行つた。

即ち各生態系を pH 4.3，5.3，5.7，6.2，6.4，6.9，7.4に規正した培地に接種し，培養開始後一定期間ごとにその生育を比較観察した。その結果は第 2 表，第 1 図に示すごとくである。

第 2 表　　pH を異にした培養基上の各生態系の生育と培養基 pH の変化
（但し数字は培養後の培地 pH 価）

生態型 / 培養日数 / pH	H_1		H_3		H_2		H_4	
	18日目	pH	32日目	pH	18日目	pH	32日目	pH
4.3	++++	6.7	++	5.2	++	5.7	+	5.0
4.8	+++++	7.4	++	6.5	++	6.1	+	5.6
5.3	++++++	7.65	++	6.15	+++	5.9	++	6.5
5.7	+++++++	7.75	+++	6.9	++++	7.2	+++	7.2
6.2	++++++++	7.7	++	6.95	++++	7.5	++++	6.8
6.4	++++++++	7.7	++	7.2	+++++	7.45	++++	6.8
6.9	++	7.3	++	7.4	++	7.55	+++	6.8
7.4	±	7.4	+	7.4	+	7.20	++	7.1

この結果から各生態系の生育に対する最適 pH の範囲は大体一致するようである。

即ち pH 5.7〜6.4 で各生態系の生育はおおむね良好である。しかし各生態系の特性として，H_3，および H_4 の生育範囲が比較的アルカリ性側に傾き pH 7.4 でも僅少ながら生育可能である。一方 H_1 の生育は，特に培養後期にいたつて酸性側で急速に促進され，培養終了時の培地の pH は他の生態系の場合に比し著しくアルカリ性に傾いた。また pH 7.4 ではほとんど菌糸の発育は認められない。

H_2 は大体 H_1 の生育とほぼ同様の傾向を示すが，しかし pH 7.4 でも生育可能であることは H_1 と異る点と認められる。

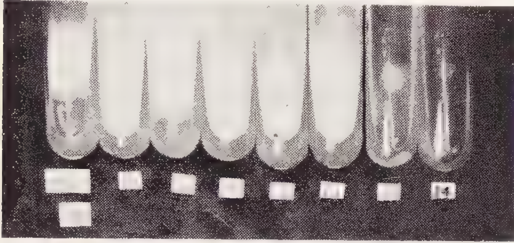
2. 炭　素　源

各種炭素源に対する本菌生態系の生育を比較した。供試炭素源として glucose, sucrose, row-sucrose（市販），maltose, dextrin および mannit の 6 種類を使用した。これらの炭素源の濃度はいずれも glucose 30g/ℓ 中の炭

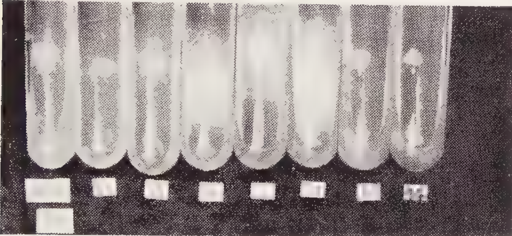
素量と当量にした。また培地の pH は 5.7 に規正した。なおこの培養試験実施時は H_4 は分離直後のため供試せずその他の 3 系統について行つた。なお培養試験は同一実験を 2 度繰返し行つたが，大体同様の結果が得られた その結果第 2 図に示す。

即ち H_1 と H_2 の生育は，各炭素源に対して大体同様の傾向を示すが一方 H_3 は生育が劣り各区間の差は明らかにできなかつた。一般に各炭素源の利用に対しては各菌系間に特に明らかな差はないようである。一般に row-

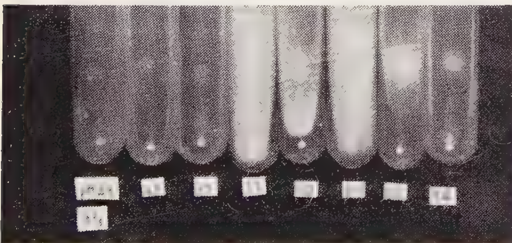
H_1 (Race 0)



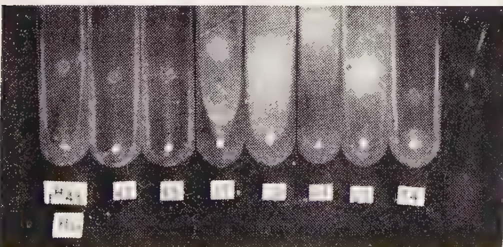
H_2 (Race 4)



H_3 (Race 1)

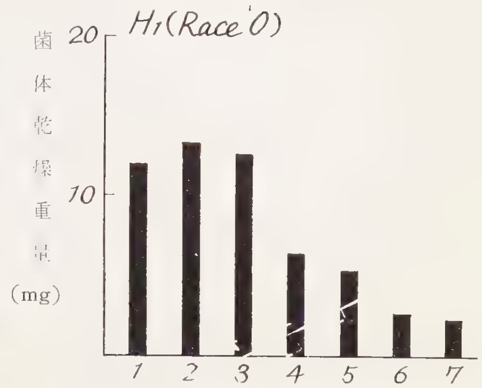


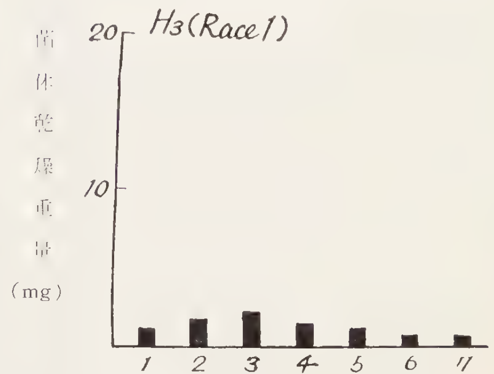
H_4 (Race 1, 4)

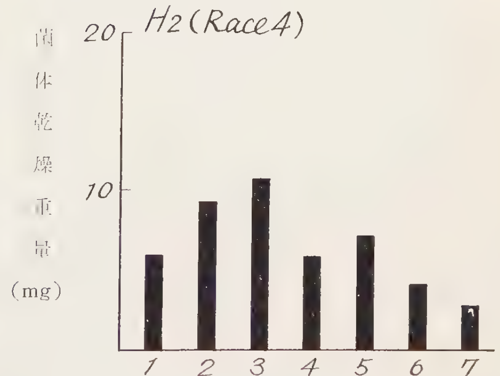


左より右へ pH 4.3, 4.8, 5.7, 6.2, 6.4, 6.9, 7.4

第 1 図 pH を異にした馬鈴薯寒天培養基上の 4 生態系の生育







(培養期間30日)

炭素源の種類： 1 Glucose, 2 Sucrose, 3 row Sucrose, 4 Maltose, 5 Dextrin, 6 Mannit, 7 対照區 (－C)

基本培地：Asparagine 1.0g, KH_2PO_4 0.5g, K_2HPO_4 0.5g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.5g, $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ 0.1g, $FeCl_2$ 0.001g, Thiamin 200γ, 蒸溜水 1ℓ.

第 2 図 各種炭素源培地上の生態系の生育

sucrose, sucrose 区の生育は良好で，特に前者はH_2，H_3の空中菌糸の生育を促進するようである。H_1は sucrose, row-sucrose, glucose でほぼ同程度の生育を示すがなかんずく sucrose で比較的空中菌糸の生育が良好であつたしかしこれらの結果からは，各生態系の炭素源利用に関しては特に明らかな特異性は認められなかつた。

3. 窒素源について

各種の窒素源に対する本菌生態系の生育を比較した。基礎実験として各種の化合形態に属する窒素化合物を窒素源として培養し，この結果生態系間に培養的特性が比較的明らかに認められた窒素化合物について培養試験を行つた

A） 実験 i

基礎実験に供試した窒素源の化合形態並びに種類は次に示すごとくである。なお生態系は H_1，H_3 およびH_2 について行つた。

供試窒素源

無機態窒素化合物：KNO_3

有機態窒素化合物

アミド態：asparagine, glutamine

アミノ酸態

・アミノヂカルボン酸：L-aspartic acid, L-glutamic acid.

・塩基性アミノ酸：L-arginine monohydrochloride.

・アミノモノカルボン酸：L-hydroxy proline DL-alanine. L-phenyl alanine, DL-serine L-leucine

・含硫アミノ酸：L-methionine

その他：pepton

なお以上の各種窒素源の培地中の濃度はいずれも asparagine 1g/ℓ 中の窒素量と当量になるようにして与えた。培養基の pH は 5.6〜5.8 に調整した。接種後 3 日目ごとに観察し，培養 30 日間における菌体生育量並びに培地pH の変化を測定した。その結果を第 3 表に示す。

第 3 表 疫病菌生態系の生育と各種窒素源の関係（培養期間30日）

窒素源	H_1 (Race 0)			H_3 (Race 1)			H_2 (Race 4)		
	pH 培養前	pH 培養後	乾燥菌体重量(mg)	pH 培養前	pH 培養後	乾燥菌体重量(mg)	pH 培養前	pH 培養後	乾燥菌体重量(mg)
KNO_3	5.7	5.6	3.75	6.7	5.6	3.50	5.7	5.4	1.70
Pepton	5.6	5.3	16.90	5.6	5.2	1.25	5.6	5.1	6.50
Asparagine	5.7	5.6	3.93	5.7	5.1	1.00	5.7	5.1	2.05
Glutamine	5.6	4.2	14.07	5.6	4.8	1.00	5.6	4.7	7.00
Aspartic acid	5.7	5.0	4.83	5.7	5.2	0.50	5.7	5.4	1.77
Glutamic acid	5.6	5.4	4.00	5.6	5.1	2.00	5.6	5.3	2.13
L-Alginine HCl	5.8	4.9	36.25	5.8	5.1	4.00	5.8	4.8	12.75
Hydroxy proline	5.6	4.6	2.25	5.6	4.8	trace	5.6	4.6	trace
DL-Alanine	5.7	5.2	13.00	5.7	4.9	1.25	5.7	5.1	17.00
L-Phenyl alanine	5.7	5.2	17.63	5.7	4.8	4.25	5.7	5.0	9.00
Methionine	5.7	4.2	4.17	5.7	3.9	8.50	5.7	4.4	2.50
Serine	5.7	5.7	17.00	5.8	6.4	0.60	5.7	6.0	1.00
L-Leucine	5.9	6.3	40.00	5.9	6.4	1.00	5.9	5.8	32.00
Potato agar	5.7	5.7	54.00	5.7	5.4	30.00	5.7	5.7	31.00
control	5.9	5.8	2.17	—	—	traco	5.9	5.3	0.73

即ち本菌生態系の生育は窒素源によつて若干その傾向が異る。即ちこれより供試菌系の間には各種の窒素源に対する栄養要求に差があることを示すようである。またこれらの各種窒素源培地における菌系の生育をみると H_3 は，2，3のアミノ酸および無機塩を除いては一般に生育不良である。一方 H_1，H_2 は比較的多種種のアミノ酸およびアミドを利用することを認めた

いまこれらの供試窒素源中特異的に生育を促した窒素

源における生態系の生育状態を比較観察してみると次のごとくである

1) KNO$_3$　各系統とも培養の前半期は基中菌糸のみ生育，後半期に至つてH$_1$，H$_2$でわずかに気中菌糸が生ずる。H$_3$は基中菌糸のみであるが比較的広範囲に生育し且つその生育量は他のアミノ酸に匹敵するようである。

2) pepton, asparagine, glutamine, aspartic acid, glutamic acid　これらは一般にH$_1$，H$_2$の生育を促進するが，H$_3$では生育が劣る。特にglutamineは各生態系の気中菌糸の生育を促し，またaspartic acidは培養初期基中菌糸の生育を促すようである。

3) arginine, serine　特にH$_1$の生育が良好であるが，またH$_3$，H$_2$に対してもよく利用されるようである。

4) alanine, phenyl alanine　各生態系を通じて良好な生育を示すが，なかんずくH$_2$の培養初期の生育の速度はH$_1$を上廻り，且つ空中菌糸の生育を促すが，これらはやや綿毛状を呈し薄く偏平状に生育する。

5) 馬鈴薯，菜豆寒天　各菌系とも合成培地よりかなり生育が良好であり，馬鈴薯寒天培地で各菌系が最大生長にまで達する期間はH$_1$が10〜14日で最も早くH$_2$ 20日，H$_3$ 35日であつた。

以上のごとく種々の窒素源に対して各菌系は，それぞれの生育を示すが，特に明らかに生態系の培養的特性が認められた窒素化合物について，更に確めるため繰返し実験を試みた。

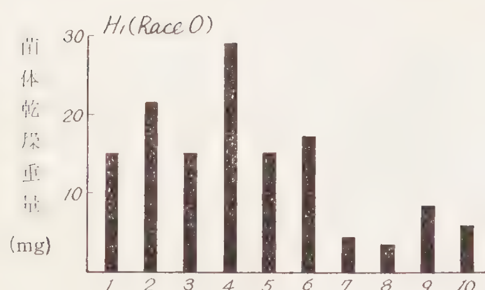
B) 実験 ii

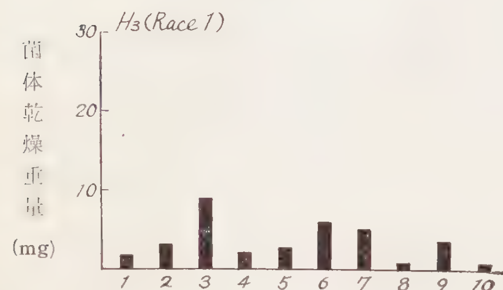
基礎実験の結果にもとづいて，窒素源としてpepton, L-aspartic acid, glutamine, L-arginine HCl, DL-alanine, L-phenyl alanine, L-methionine, DL-serine並びに無機塩として(NH$_4$)$_2$SO$_4$を供試した。また同時に馬鈴薯菜豆寒天並びに対照区を設け合計12区の培養試験を試みた。

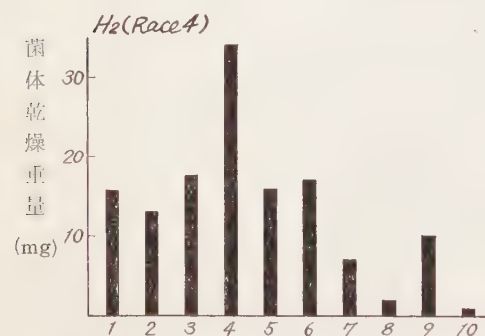
供試生態系はH$_1$，H$_3$，H$_2$，H$_4$の4系統を用いた。培養基の調製，培養方法は従前通りである。培養は同一実験

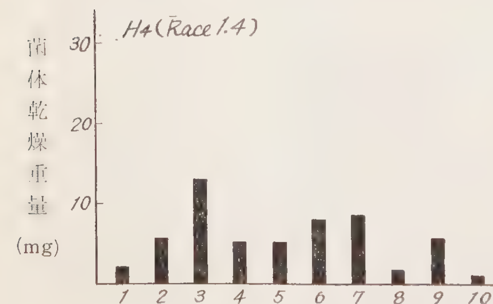
第 4 表　　窒素源を異にした培養基上の各生態系の生育過程

窒素源	培養日数	H$_1$ (Race 0)	H$_3$ (Race 1)	H$_2$ (Race 4)	H$_4$ (Racid 1.4)
Pepton	5	+	+	+	−
	10	++	+	++	±
	15	+++	++	+++	+
	20	+++++	++	++++	+
Aspartic acid	5	+	±	+	±
	10	+++	+	++	+
	15	++++	++	+++	++
	20	++++	++	++++	++
Glutamine	5	+	+	+	±
	10	++	++	++	++
	15	+++	+++	++++	++
	20	++++++	++++	+++++	+++
L-Arginine HCl	5	++	±	+	±
	10	+++	+	+++	+
	15	++++	++	+++	+
	20	++++++	++	++++	++
DL-Alanine	5	±	+	++	−
	10	++	+	++++	+
	15	++++	++	++++	+
	20	+++++++	+++	++++++	++
L-Phenyl alanine	5	±	±	++	−
	10	++	+	++++	+
	15	++++	++	+++++	+
	20	+++++++	++	+++++++	++
Methionine	5	−	±	±	−
	10	±	+	+	±
	15	±	++	++	+
	20	+	+++	++	++
Serine	5	−	±	±	±
	10	−	±	+	+
	15	−	+	+	+
	20	−	++	++	+
(NH$_4$)$_2$ SO$_4$	5	+	±	++	±
	10	+++	+	++++	+
	15	++++	+	+++++	+
	20	+++++	+++	++++++	+
Control	5	+	±	+	±
	10	++	+	++	±
	15	+++	+	+++	+
	20	++++	++	++++	+







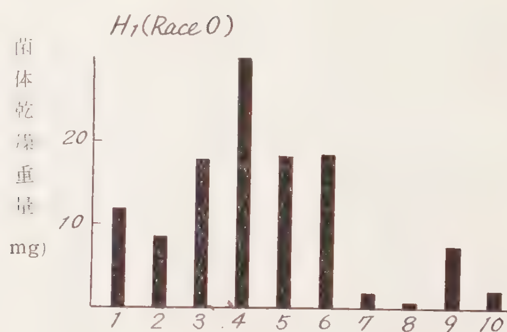


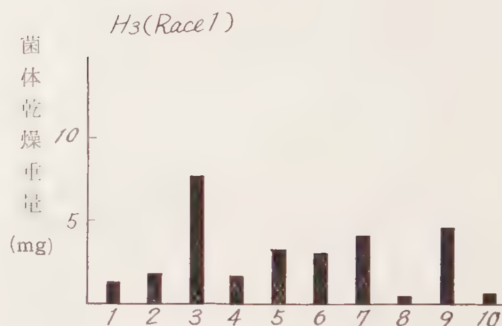
(培養期間 Race 0 30日 Race 1 35日 / Race 4 35日 Race 1.4 49日)

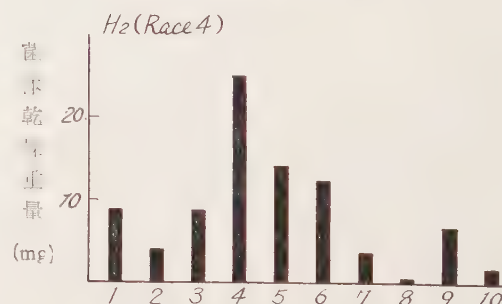
窒素源の種類：1 Pepton, 2 Aspartic acid, 3 Glutamine, 4 Arginine-HCl, 5 Alanine, 6 Phenyl-alanine, 7 Methionine, 8 Serine, 9 $(NH_4)_2SO_4$, 10 対照区 (—N)

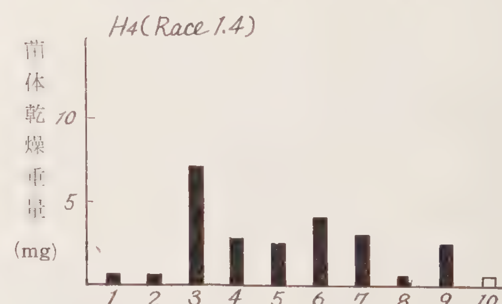
基本培地：KH_2PO_4 0.5g, K_2HPO_4 0.5g. $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.5g, $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ 0.1g, Glucose 30g, $Fecl_2$ 0.001g, Thiamin 200γ, 蒸溜水 1ℓ

第 3 図 各種窒素源培地上の生態系の生育 I









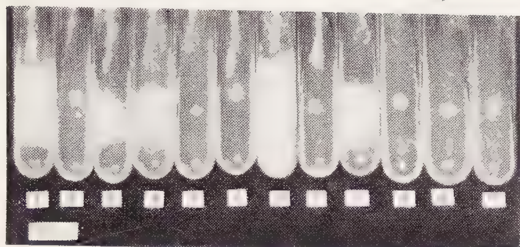
(培養期間 Race 0 30日 Race 1 40日 / Race 4 30日 Race 1.4 40日)

1 Pepton 2 Aspartic acid 3 Glutamine 4 Argine HCl 5 Alanine 6 Phenyl alanine 7 Methionine 8 Serine 9 $(NH_4)_2SO_4$ 10 対照區 (none)

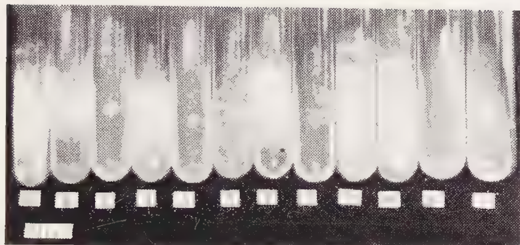
第 4 図 各種窒素源培地上の生態系の生育 II

を3度繰返し行い大体同様の結果が得られた 1例について生態系の個々の培地上の生育過程を示した。これらは第4表，第3，4，5図のごとくである。なお表中の＋の多少は菌体の生育程度を示す。

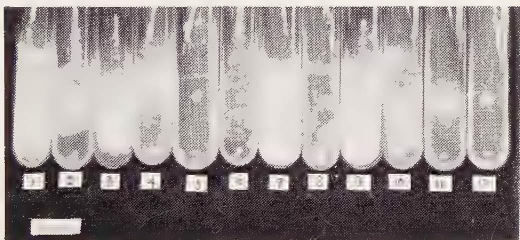
H_1 (Race 0)



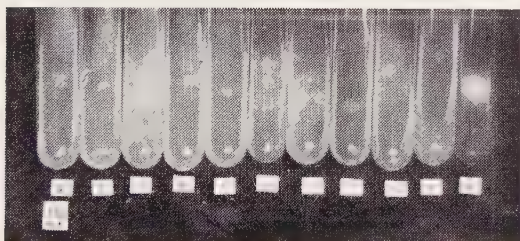
H_3 (Race 1)



H_2 (Race 4)



H_4 (Race 1.4)



1. Pepton, 2. Aspartic acid, 3. Glutamine, 4. Argininie HCl, 5. Alanine, 6. Phenyl alanine, 7. Methionine 8. Serine, 9. $(NH_4)_2SO_4$ 10. 対照區(−N), 11. Potato agar.

第 5 図 各種窒素源培地上の生態系の生育

即ち予備実験でも認められたように H_1, および H_2 の生育状態は各窒素源で大体類以し，各種窒素源中最も生育のよい Arginine で培養約 30〜35 日目に最大生長に達した。一方 H_3 および H_4 の生育は劣り，培養 40〜50日目にようやく菌体の重量を測定し得たが，これらの各窒素源に対する生育傾向は大体類以している。以上の培養実験の結果各生態系の窒素源に対する栄養要求の型を大別して Race 0，Race 4 型および Race 1，Race 1.4 型の 2 群に分けて考えることが出来る。しかし同一群に属する各生態系も多少異つた特性を示した。まずこのように大別した 2 群の窒素利用についてみると，これらの 2 群 4 系統に共通して良く利用される窒素源は主として arginine, glutamine, phenyl alanine であるが，arginine は特に H_1, H_2 の生育を促進する。また Race 0，Race 4 型に対比して Race 1，Race 1.4 型の明らかな特性は methionine および $(NH_4)_2SO_4$ を利用することで，これらはいずれも H_1, H_2 の窒素源として不良である。特に methionineの利用に関してこれらの 2 群の特性が明らかに示された。次に H_1 と H_2 間では phenyl alanine によつて後者の生育が比較的促進される傾向を示した

C) 実験 iii

前項の実験の結果，更に次に示す窒素化合物について同様実験を行つた。

glycine, L-cystine, L-lysine HCl, DL-valine, DL-threonine, L-tyrosine, DL-tryptophan, L-proline, NH_4NO_3, $NaNO_3$

この結果は第 6，7 図に示す通りである。

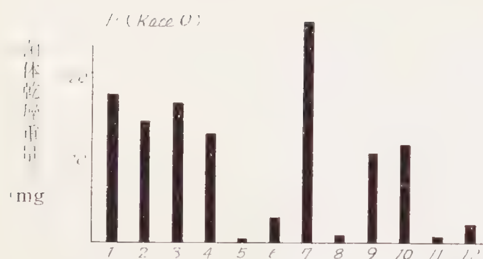
即ち proline, valine, tyrosine は各生態系の生育を促進するが，一般に glycine は H_1, H_2 の，また tryptophan, は H_3, H_4 の生育をそれぞれ促進する傾向を示した。また NH_4NO_3 では H_1 の生育は劣るが，H_2, H_3, H_4 の生育を促進し，特に H_4 では他のアミノ酸に比し最高の生育量を示した。これは前項の NH_4SO_4 の場合にその傾向が類以している事を認めた。又 threonineは H_1, H_2 では全く生育不可能であるに対し H_3，H_4 では僅少ながら生育可能であることを認めた。

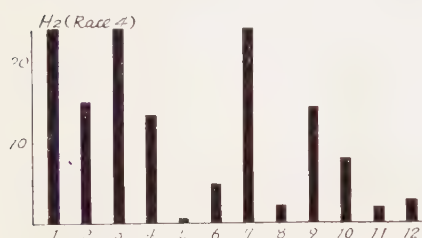
4. 生育因子に関する実験

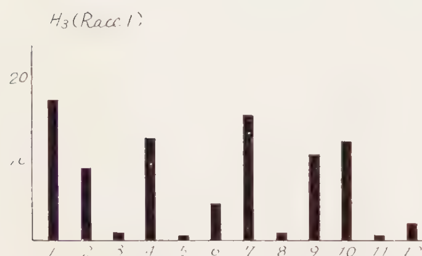
各生態系の合成培養基上における生育は一般にわるく系統によつてその生育速度はかなり異るが，一方天然培養基あるいは馬鈴薯塊茎切断面上の接種菌糸の生育は各系統間に特に著しい差は認められない。よつてこれらの生態系の生育を促進する特異的な因子の存在が一応考えられるので次の実験を行つた。

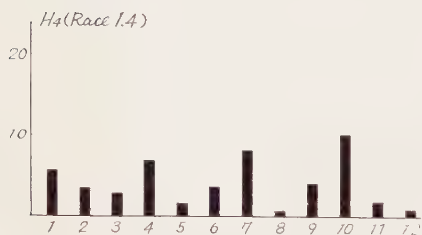
A) 酵母および植物浸出液を添加した培地における各菌系の生育

基本培地 (thiamin を除く) に酵母，菜豆，オートミールの各浸出液を添加した培地で，各菌系の生育を比較した。これらの添加浸出液の調製にあたつては乾燥パン酵母 7 g，菜豆粉末 5 g，オートミール 5 g にそれぞれ水 100cc を加え一夜冷室に放置し後除々に熱を加え 30 分間煮沸，冷却後濾過した透明濾液をそれぞれ添加液として用いた。これらの浸出液はいずれも基本培地100cc に 1 cc の割で添加した。なお同時に conmmon vitamin 類を含む培養区を設けた。これらのvitamin の種類，濃度 (mg/ℓ) は次







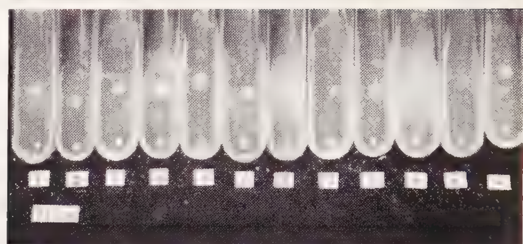


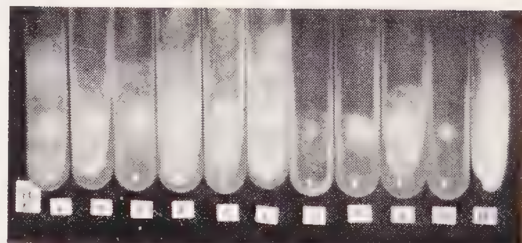
(培養期間 H1 40日, H3 50日 / H2 40日, H4 50日)

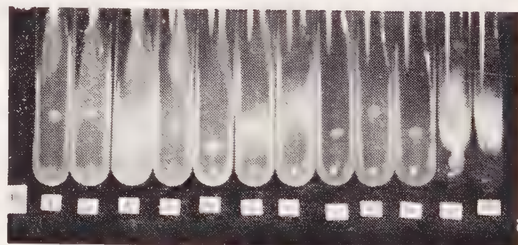
窒素源の種類：1. Arginine HCl, 2. Lysine, 3. Glycine, 4. Valine, 5. Threonine, 6. Tryptophan, 7. Proline, 8. Cystine, 9. Thyrosine, 10. NH_4NO_3, 11. NaNO3, 12. 対照區（−N）

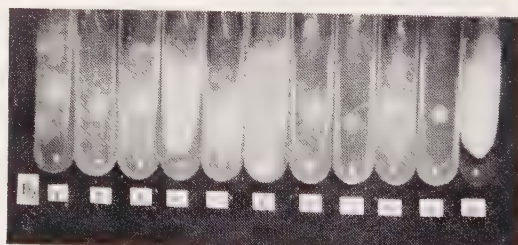
基本培地：前圖に同じ

第 6 図 各種窒素源培地上の生態系の生育 II









1. Arginine HCl, 2. Lysine, 3. Glycine, 4. Valine, 5. Threonine, 6. Tryptophan, 7. Proline, 8. Cystine, 9. Thyrosine, 10. NH_4NO_3, 11. NaNo3 12. 対照區（−N）

第 7 図 各種窒素源培地上の生態系の生育

のごとくである

thiamin 0.1, riboflavin 0.5, pyridoxine 0.5, pantothenate 2.0, colinchloride 0.5, inositol 4.0

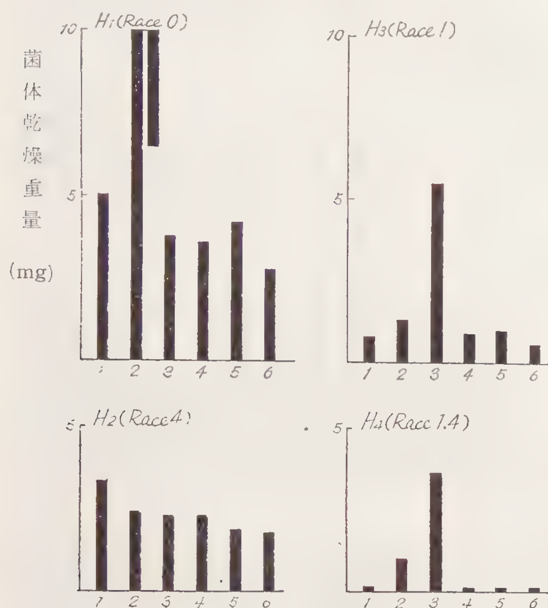
以上の各区における培養結果は第 8 図に示すごとくである。

即ち各菌系の生育を促進する添加物の種類は各菌系で異り，それぞれ特異的に生育を促進することが認められる。即ち主として H_1 は菜豆の，H_3，H_2 はオートミールのそれぞれの浸出液の添加によによつて生育は著しく促進された。なお H_2 は酵母浸出液によつて生育は促進されたが，その程度は比較的少なかつた。以上の結果から酵母，菜豆，オートミールの浸出液は各生態系の生育に必要な物質を種類，量の差はあれ含有することが予想された

B）植物浸出液添加濃度と菌系の生育

前実験で示したように H_1 H_3 H_4 の生育は添加植物の種類によつて特異的に促進されたが，今これらの添加量を

前実験の半量（0.5%）とした場合の生態系の生育をしらべた。その結果を第9図に示す。



（培養期間 H_1 45日，H_3 45日 H_2 45日，H_4 31日）

添加物：1. Yeast extract 2. Bean extract, 3. Oat meal extract, 4. Thiamin 5. Thiamin, Riboflavine, Pyridoxin. Ca-Pantothenate, Inositol, 6. 対照區

基本培地：Asparagine 1.0g, KH_2PO_4 0.5g, K_2HPO_4 0.5g, Mg $SO_4 \cdot 7H_2O$ 0.5g, $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ 0.1g, $FeCl_2$ 0.001g, Glucose 30g, 蒸溜水 1ℓ.

第8図 酵母，植物抽出液，ビタミン添加培地上の生育

即ち前実験同様 H_1 および H_3, H_4 はそれぞれ菜豆，オートミールの浸出液 1 cc 添加区の生育の促進が認められるが，0.5cc 区では各生態系とも特に明らかな生育促進の効果は認められない。即ち各生態系が充分に生育するためにはある一定濃度以上の生育因子を必要とすることを示している。

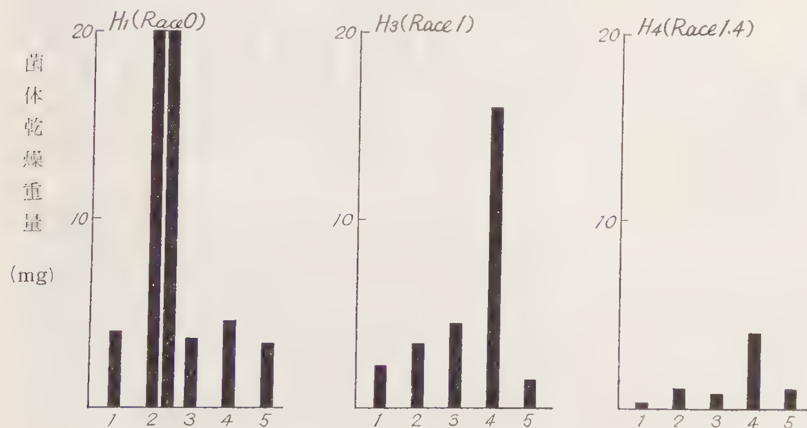
C）植物浸出液に含まれる生育因子の性質

菜豆およびオートミール浸出液中に含まれる生育促進物質の性質をしるため，供試植物を処理し次の各区を設けた。なお基本培養基は thiamin を除いた。

処理区：(1) 温水抽出部，(2) 冷水抽出部，(3) 90%アルコール可溶部，(4) 90%アルコール不溶部，(5) エーテル可溶部，(6) エーテル不溶部 (7) セロファン膜不透析部，(8) 活性炭不吸着部，(9)酸性白土不吸着部および対照区（無添加）の10区を設けた。各処理区のうち(1)〜(6)は植物粉砕物を，(7)〜(9)は浸出液を用いた。なお(4)，(6)は90%アルコールおよびエーテル抽出後の粉砕物に水を加えて30分間加熱後，濾過しその濾液を添加液とした。各処理区における培養結果は第10．11図に示す通りである。

これらの結果より各生態系の生育をみると H_1 は両植物の同処理区における生育は大本同様である。即ち菌体の生育は90%アルコール可溶区で最も良好であり，特に菜豆処理区での促進は著しい。また90%アルコール不溶区でもなお相当の生育が認められた。また温水抽出，エーテル不溶，冷水浸出の各区もある程度の促進が認められた。エーテル可溶，セロファン不透析，活性炭および酸性白土不吸着などの各処理区ではほとんど生育の促進が明らかでない。

次に H_3 では H_1 の場合とはいくらか異つた生育傾向を示すようである。90%アルコール可溶区のみは両植物区とも相当の促進がみられ，特にオートミール区で著しい。また菜豆処理区では90%アルコール可溶部以外の区ではほとんど生育促進の効果は認められないが，オートミール区では90%アルコール可溶部のほかに，温水，冷水，エーテル不溶および活性炭不吸着部でも若干促進の効果がある。また H_4 の場合はオートミール処理区のみ行つたがその生育傾向は大体 H_3 の場合と同様の傾向を示している。

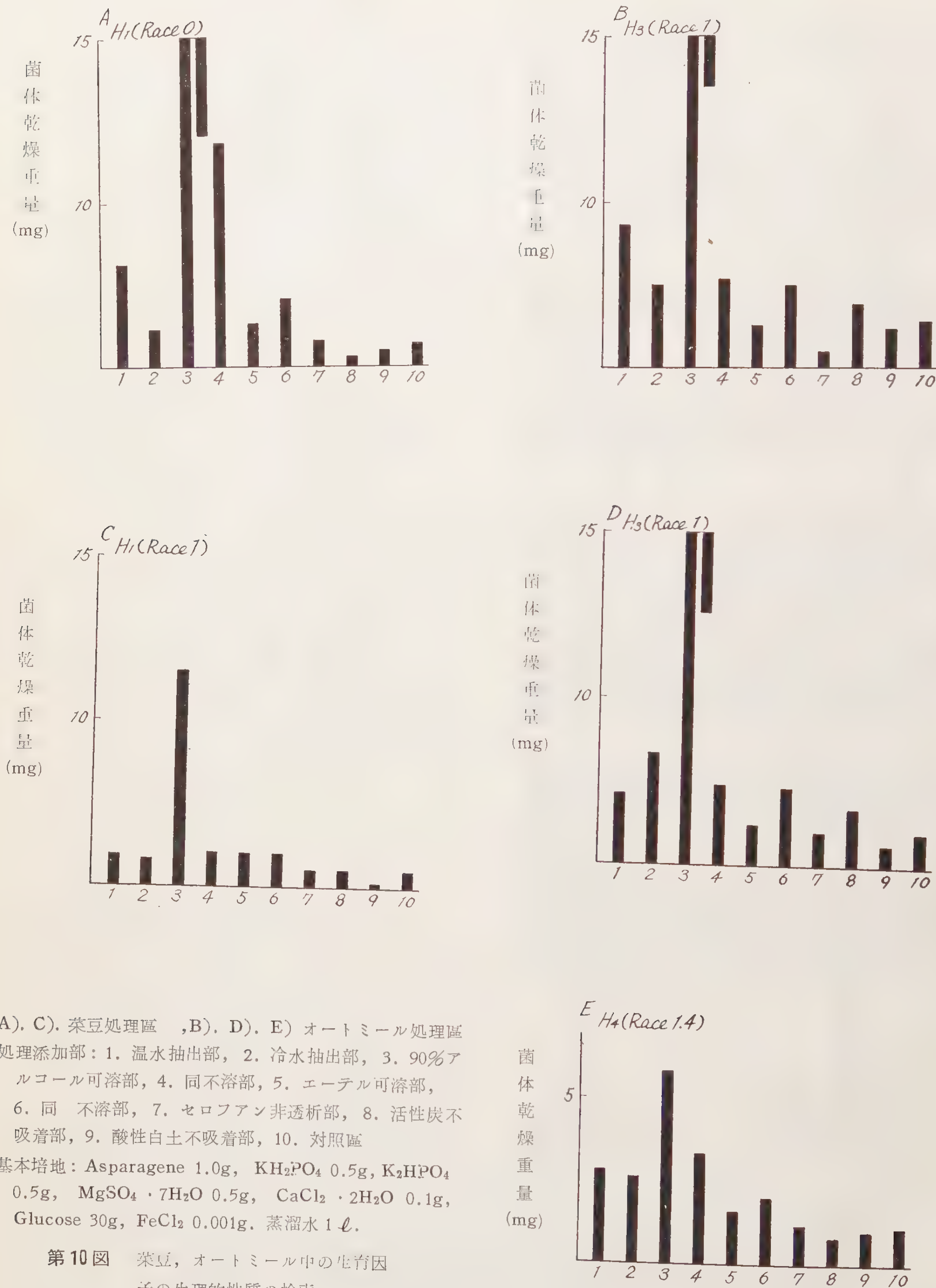


（培養日数 Race 0 35日，Race 1 40日，Race 1.4 50日）

添加濃度：1. Bean extract 0.5%，2. 〃 1.0%，3. Oat meal extract 0.5%，4，〃 1%，5. 対照區

基本培地：Asparagine 1.0g, KH_2PO_4 0.5g, K_2HPO_4 0.5g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.5g, $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ 0.1g, Glucose 30g, $FeCl_2$ 0.001g, 蒸溜水 1ℓ.

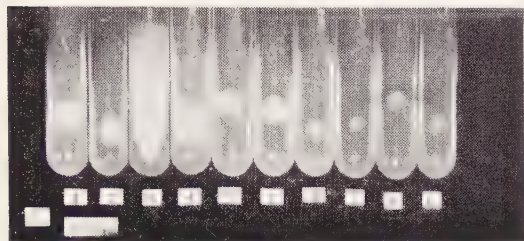
第9図 植物浸出液の添加濃度と生態系の生育



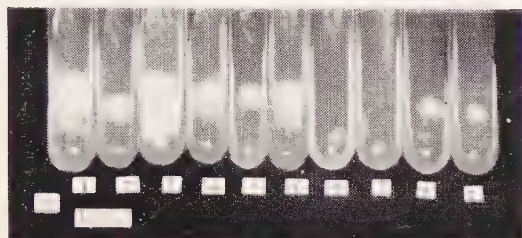
A). C). 菜豆処理區　,B). D). E) オートミール処理區
処理添加部：1. 温水抽出部，2. 冷水抽出部，3. 90%アルコール可溶部，4. 同不溶部，5. エーテル可溶部，6. 同　不溶部，7. セロファン非透析部，8. 活性炭不吸着部，9. 酸性白土不吸着部，10. 対照區
基本培地：Asparagene 1.0g, KH_2PO_4 0.5g, K_2HPO_4 0.5g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.5g, $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ 0.1g, Glucose 30g, $FeCl_2$ 0.001g. 蒸溜水 1 ℓ.

第 10 図　菜豆，オートミール中の生育因子の生理的性質の検索

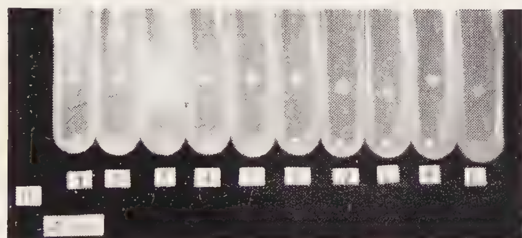
(A) H_1 (Race 0) 菜豆処理区



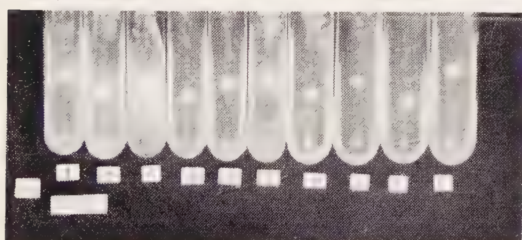
(B) H_1 (Race 0) オートミール処理区



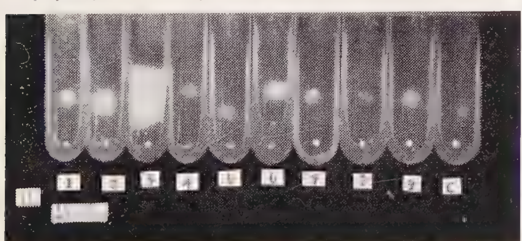
(C) H_3 (Race 1) 菜豆処理区



(D) H_3 (Race 1) オートミール処理区



(E) (Race 1.4) オートミール処理区



添加物質：1．温水抽出部，2．純水抽出部，3．90%アルコール可溶部，4．90%アルコール不可溶部，5．エーテル可溶部，6．エーテル不溶部，7．セロファン不透折，8．活性炭不吸着部，9．酸性白土不吸着，10．対照區

第11図 菜豆，オートミール植物及び浸出液を処理添加した培養基上における生態系の生育

これらの結果 H_1，H_3 および H_4 の生育を促進する主な物質の生理的性質は大体類似している。即ち各生態系の主なる生育促進因子は90%アルコールに非常に溶け易く，温水または純水にも相当程度溶解，エーテルに不溶，活性炭および酸性白土に良く吸着され，セロファン膜に透折性の各性質をもつことが予想される。しかし H_1 と H_3 を比較した場合，前者は温水区，後者は純水区における生育が比較的促進されたこと，また H_1 の90%アルコール不溶区における生育は，アルコール抽出不完全に原因することも考えられるが，一方同種培地上の H_3 の生育促進の効果は余りみられないなどの事実は，H_1 と H_3,H_4 の生育促進因子が全く同一でなく且つ生態系によつては一種以上の生育因子を必要とすることが予想される

D） **各種 Vitamin 類の生態系の生育に対する影響**

各菌系の生育が酵母または植物浸出液中に含まれる物質の添加によつて促進されることは前実験で認められたが，これらの浸出液に普通に含まれる Vitamin の生育におよぼす影響をみるため Vitamin 類6種類を単独あるいは混合して基本培地に添加した培地を調製した。培地の調製接種培養などの操作は既報[6]に従つて行つた。なお供試 vitamin の種類，濃度および培養区は次に示すごとくである。なお（ ）内は1 ℓ中のmg量で示した

thiamin (0.1), biotin (0.005), inositol (5.0), pyridoxine (0.1), nicotinic acid (2.0), pantothenate (2.0).

試験区

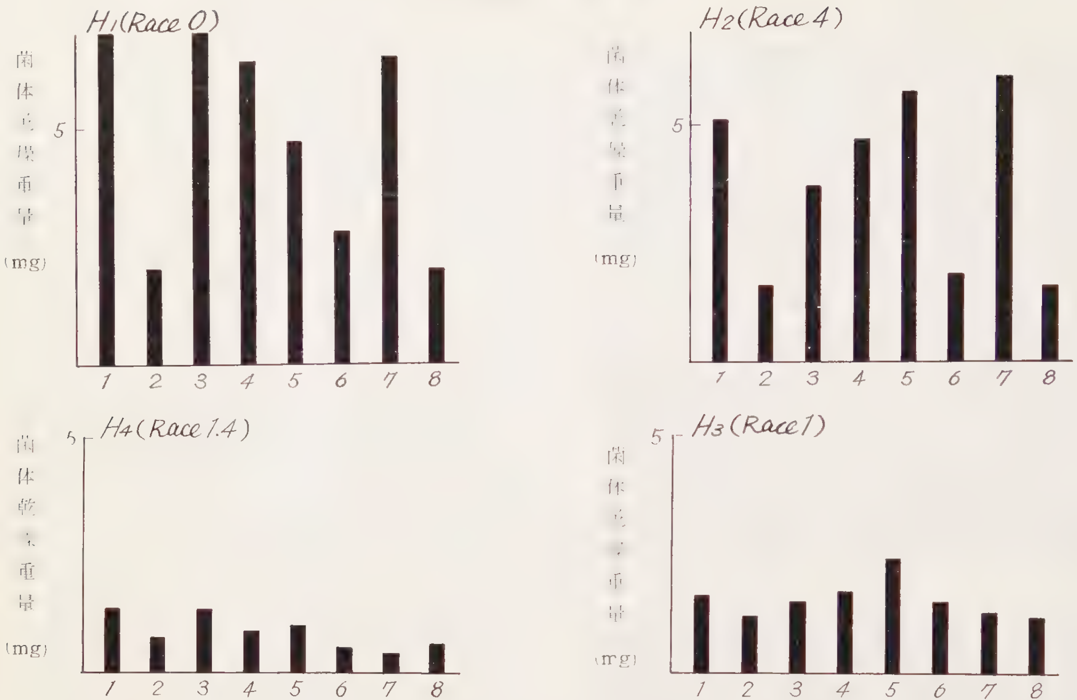
1. thiamin
2. biotin
3. thiamin, biotin.
4. thiamin, biotin, inositol.
5. thiamin, inositol.
6. biotin, inositol.
7. thiamin, biotin, inositol, pyridoxine, nicotinic acid, Ca-pantothenate.
8. 対照区（無添加）

この結果を示すと第12図に示すとおりである。

即ち各供試 vitamin 中，thiamin は各生態系の生育を促進するが，その促進度は生態系によつて多少異る。またその他の vitamin による生態系間の生育に対する特異性は認められない。しかし H_3，H_4 での thiamin による生態促進効果は H_1，H_2 ほど明らかではなかつた。

E） **各生態系の病源性と培養基上の生育の関係**

各生態系の各馬鈴薯品種に対する病原性は既に記述したとうりであるが，検定植物に用いた馬鈴薯品種で各種の培養基を作製しこれらの培地上の生態系の生育と病源性との間に何らかの関係があるかどうかを明らかにするため以



添加Vitamine : 1. Thiamin, 2. Biotin, 3. Thiamin, Biotin, 4. Thiamin. Biotin.Inositol, 5. Thiamin Inositol, 6. Biotln. Inositol, 7. Thiamin. Biotin. Inositol, Pyridoxine Nicotinic acid. Pantothenate, 8. 対照

基本培地 : Asparagine 0.1g, KH_2PO_4 0.5g, K_2HPO_4 0.5g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.5g, $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ 0.1g, Glucose 30g, $FeCl_2$ 0.001g. 蒸溜水 1 ℓ.

第 12 図　各種 Vitamine を添加した培地上の生態系の生育

下の実験を行つた。

1.　馬鈴薯寒天培地上の生態系の生育：馬鈴薯品種男爵薯，Kennebec，41089-8，48005-46 の茎および塊茎を材料として常法によつて寒天培地を作成し，各菌系の生育を比較した。その結果は第13，A，B図に示すごとくである。

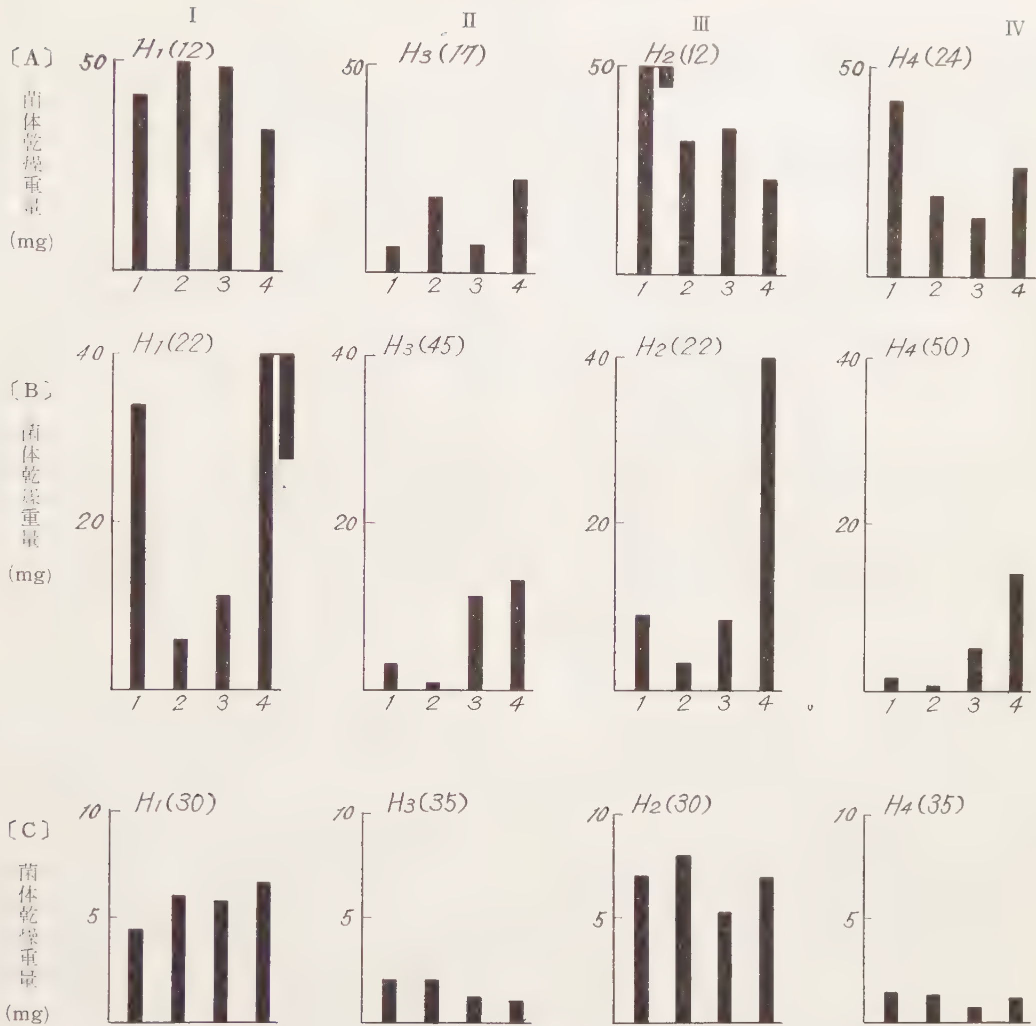
即ち塊茎及び葉寒天培地間における各菌系の生育傾向は一致しない。各品種塊茎寒天培地上の生育は生態系によつてそれぞれ異なる傾向を示し，葉寒天培地ではほぼ一定の傾向を示した。しかしこれらは各生態系の生育と病源性の間に一定の関係を示さず，したがつて各馬鈴薯品種の疫病抵抗性の発現と生態系の栄養要求の特異性との間に直接的には相関がないように思われる

2.　検定植物馬鈴薯浸出液添加培地における生態系の生育：各検定植物塊茎 5 g に 90% アルコール 10 cc を加え湯浴中で20分間加熱抽出し濾過し，濾液に蒸溜水 5cc を加え，煮沸してアルコールを除去した後総量を10ccとしたこれを 1 %の割に基本培地（thiamin を除く）に添加し，各菌系の生育を比較した。その結果は第 13 (C)図に示すとおりである

即ち H_1，H_2 および H_3, H_4 はそれぞれ類似の生育傾向を示めすが，しかしこれらの生態系の生育と病源性の間には何ら一定の関係を見出し得ない。また別に検定馬鈴薯植物塊茎の生汁も細菌濾過管を通じて基本培地に一定量添加した液体培地を作成，各生態系を培養したが同様各菌系の生育と病源性の間には一定の関係は認められなかつた。

Ⅳ　考　　　察

さきに French は馬鈴薯疫病菌の 2 生態系についての比較培養試験の結果を報告している[2]。これらはBlackらの国際命名法によるとそれぞれ本実験に供試した生態系のうちの Race 0. Race 4 の系統に相当する。これらの比較培養試験の結果はこの 2 系統間に窒素源および生育因子の利用において若干異ることを示したが，本実験の培養結果からも明らかに各生態系の間に栄養要求の差があることを認めた。しかしこれらは French の結果とは必ずしも一致しない。一般に植物病源菌のあるものは寄生性には差がないが培養性質が著しく異る場合が認められるので本菌においても各生態系に属する多くの分離系統について引続き実験を行つている。いま供試生態系 H_1 (Race 0)，H_3 (Race 1)，H_2(Race 4)，H_4(Race 1.4) の培養性質を比



〔A〕 各馬鈴薯塊茎寒天培地　〔B〕 各馬鈴薯葉寒天培地　〔C〕 馬鈴薯塊茎煎汁液添加寒天培地
馬鈴薯品種 ： I 男爵薯 II Kennebec, III A 41089-8, IV, 48005-46
圖中（ ）内は培養期間（日）

第 13 図　各馬鈴薯品種を用いて作成した寒天培養基における生態系の生育

較検討して以下に示した。

各生態系の生育速度を馬鈴薯寒天および葉寒天培地でみると，一般に H_3，H_4 は H_1，H_2 に対しきわめて遅く特に合成培地では著しい。また H_1，H_2 の間では French の結果とは逆に H_1 の生育がより良好である。しかしこのような生態系の生育速度は植継の代を重ねるに伴つて減少する傾向が認めらる。また同氏は培養基上の菌体の生育は H_1 は非同心円的に，H_2 は同心円的に生育することを示したが本実験では特にこのような相違は認められない。各生態系はいずれも同心円状に生育する。

次に菌体生育の最適pH濃度は各生態系ともほぼ5.7〜6.4 で一致し，特に H_1 の生育範囲がかなり酸性側におよぶことは既報[3]の結果と一致するが，これは H_1 が他の生態系に比して早く生育するため培地 pH の上昇を促し，したがつて酸性側の pH 価の上昇は H_1 の生育を促したものと考えられる。なお H_1 はアルカリ性側では生育せず，一方 H_3，H_2，H_4 は比較的アルカリ性側で生育が認められたことも，またこれを裏書きするものであらう。次に供試炭素源として glucose, sucrose, row-sucrose maltose, dextrin, mannit, を与えた培地上の生態系の培養性質上の特異性はほとんど認められなかつた。

なお French は特に row-sucrose に含まれる物質によつて H_1 の生育が著しく促進されることを認めたが，本実験に用いた row-sucrose では特にこのような結果は

認められなかつた。

次に窒素源に関する培養性質を比較した結果各系統の間に明らかに生育上の相違が認められ，特に個々の窒素源に対する要求度の相異が認められたことは生育因子の相異と関連し，各生態系の栄養代謝型を決定するため重要であろう。このことは最近多くの研究者によつて生化学遺伝の立場からも種々の植物病源菌において追求されている。供試各生態系の個々の窒素化合物は対する培養性質上の特異性は既に述べたとおりであるが，これにもとづいて窒素源の代謝型をほぼ H_1，H_2，および H_3，H_4 の 2 群に分ることが出来，同群に属する系統は，大部分の供試窒素化合物でほぼ同傾向の生育を示す。これらの 2 群の培養性質を比較するとき最も明らかと認められる差は合成培養基における生育速度が異ることであり，特に 2，3 の窒素化合物を除いた大部分の窒素源では H_3，H_4 の生育は不良である。これらの状態は明らかにこの群に属する系統はある種の生育因子を欠除するためと判断される。

French は Race 0 は asparagine, aspartic acid で生育せず，また arginine Hcl, glycine, alanine, aspartic acid, glutamic acid の混合区で Race 4 の生育の ⅓ 以下であることを報告しているが，本実験ではこれらの窒素源に対してH_1 (Race 0) の生育はむしろ H_2 (Race 4) を上廻ることが明らかである。一方 $(NH_4)_2SO_4$ の場合は H_2 は H_1 より容易にこれを利用する。French は Race 0 の生育が $(NH_4)_2SO_4$ の培地中の濃度が 0.5 %以上で阻害されるのに対し Race 4 は 2 %迄は阻害を認めないことを示したが，本実験の場合その使用濃度は 0.13 %であつてこれにはあてはまらないようである。しかして各群の窒素利用に対する明らかな特異性は Race 0，Race 4 群は pepton, arginie HCl を特によく利用し，一方 Race 1，Race 1.4 群は前群には余り利用されない無機塩類なかんずく NH_4NO_3，$(NH_4)_2SO_4$ などのアムモニウム塩及び methionin を他の良好なアミノ酸類に準じて利用し得ることである。また threonine は僅少ながら H_4 のみ生育を促すがこれは threonine は methionin 代謝系の中間物質である点よりみて興味深い事実である。また arginine, glutamine, phenyl alanine, valin, proline などは両群に共通して良く利用される。

さきに French は Rece 0 は row-sucrose に，Race 4 は酵母抽出液中にそれぞれの生育を促進する物質を含有し，その生理的性質が若干異ることを追求して，本菌は生態系によつて生育因子が異ることを推論した。

本実験においても特に H_1，H_2 及び H_3，H_4 の生育因子は菜豆，酵母，オートミールの抽出液中に存在すると考えられる。なお H_2 の酵母による生育の促進は余り著しくないが，この結果は French の場合と一致する。また H_1 及び H_3，H_4 の生育を著しく促進する菜豆及びオートミール中の主生育因子の性質はほぼ類似しているが，生態系によつては 2 種以上の生育因子を必要とすることが予想される。また vitamin の実験からも H_1 と H_3 および H_4 の生育因子は明らかに同一でないと判断される。しかしてこれらの生育因子はそれぞれの馬鈴薯品種に特異的に存在すると考えられない。それは各種元植物の塊茎の90%アルコール抽出液を添加した培地における各生態系の生育が馬鈴薯の品種にかかわらず一定傾向を示すからである。

なお各系統の詳細な生育因子の探究については目下引続き実験を進めている。

またこれらは本菌生態系の培養基上における生育と病源性の間には特に相関の関係がないことを示している。なお富山は生細胞内の菌糸の伸長を観察して，その伸長速度と病源性の間には相関々係が認められないと結論したが，上述の結果はこの観察に一致するように思われる。

V　摘　　　要

本実験は馬鈴薯疫病菌生態系 4 系統 H_1，H_3，H_2，H_4 の基本的な培養性質を比較検討して各供試生態系間の栄養代謝系を明らかにするため，まず炭素源，窒素源及び生育因子に関して実験を行つた。

その結果を要約すると次のごとくである。

1)　各生態系の生育に対する最適 pH 濃度は pH 5.7～6.4 でほぼ一致し，生育範囲は H_1 は比較的酸性側に，H_3 および H_4 はアルカリ性側におよぶ傾向を示した。

2)　炭素源として Glucose, Sucrose, row Sucrore, Maltose, Dextrin および Mannit を与えた培地では各生態系の培養性質上の特異性は認められなかつた。

3)　窒素源に関し各系統の間に栄養要求の相異があることが認められた。各種の窒素化合物に対する各生態系の培養性質から H_1，H_2 および H_3，H_4 の 2 群に分けられ，同群に属する系統は大部分の窒素化合物で同傾向の生育を示す。

4)　H_1，H_2 は pepton, arginine Hcl を H_3，H_4 は NH_4NO_3，$(NH_4)_2SO_4$のアムモニウム塩およびMethionin をそれぞれ特異的に利用する

5)　各生態系の生育因子はおのおの異なるようで，H_1 は菜豆の，H_3，H_4 はオートミールの各抽出液の添加によつて著しく生育が促進された。これらの生育因子の生理的性質は類似し，即ち90%アルコールに易溶，純水，温水に溶解，エーテルに不溶，セロフアン膜透析性，活性炭，酸性白土に吸着される性質をもつている。

6)　H_1 は thiamin によつて生育の促進が認められ

るが，H_3，H_4 では明らかでなくまた Common Vitamin によつても生育は促進されない。

7) 馬鈴薯植物の示す特異的な抵抗性反応は生体においてのみ認められ，培養基上の生育と病源性の間には一定の関係は認められなかつた。

VI 文 献

1) BLACK, W., C. MASTENBROCK W. R. MILLS and L. C. PETERSON: Euplytica 2: 173〜179, 1953.
2) FRENCH, A. M.: Phtopath 43: 513〜516, 1953.
3) 酒井隆太郎：北・農・試・彙報，68，: 63〜66，1954.
4) ________：日・植・病・報，19: 141〜145，1955.
5) ________：北・農・試・彙報，71: 51〜55，1956.
6) ________ : 73: 88〜93 1957.
7) STEVENSON, F. J., E. S. SCHULTZ, R. V. AKELEY, L. C. Cash: Phytopath 42: 277〜280, 1953.
8) STEVENSON, F. J., R. V. AKELY: Phytopath 43: 245〜253, 1953.
9) 高桑亮・高瀬昇・冨山宏平：日・植・病・報., 19: 114〜116，1955.
10) 高瀬 昇：農及び園，30: 1415〜1420，1955.
11) 高瀬昇・高桑亮：育種学雑誌，6: 1〜4，1956.
12) 冨山宏平・高瀬昇・酒井隆太郎・高桑亮：日・植・病・報，20: 59〜64，1955.
13) 冨山宏平：日・植・病・報，22: 129〜133, 1957.

Résumé

Recently, while varieties showing greater deees of resistance to the common field race of P. *infestans* were being developed in Japan, there appeared more virulent races of the fungus which could infect even the most resistant potato varieties. So the importance of physiologic races of the late blight pathogen, Phytophthora *infestans* (MONT) DE BARY, in breeding potatoes resistant to the disease has been emphasized by many workers.
The objective of this study was to determine the growth responses in culture of four strains of P. *infestans* to the nitrogen, carbon sources and growth factors. In this experiment, differences were detected between the four races in their utilization of different nitrogen sources and growth factors for growth.

The four cultures of P. *infestans* employed were isolated from our labolatory. The origin of the isolates was as follows:

Race 0 (Isolate H_1): isolated in 1955 from naturally infectes potatoes of variety Norin No 1 in Kotoni.

Race 1 (Isolate H_3): isolated in 1956 from naturally infected potatoes of variety Kennebec in Sugadaira.

Race 4 (Isolate H_2): isolated in 1955 from naturally infected potatoes of variety 48005-83 in Kotoni.

Race 1.4 (Isolate H_3): isolated in 1956 from naturally infected potatoes of variety 4702-7 in Sugadaira.
Stock cultures were maintained on slants of bean agar. The basal medium was prepared as follow:

KH_2PO_4, 0.5g; K_2HPO_4, 0.5g; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 0.5g; $CaCl_2 \cdot 2H_2O$, 0.1g; $FeCl_2$, 0.001g;

Thiamin, 200r; agar, 13g and distilled water, 1 liter.

The nitrogen sources employed were 3 inorganic, 2 amide, and 17 amino acids and peptone. Each was used at a concentration equivalent to N gm/1 asparagine.
The carbon sources were glucose, sucrose, raw sucrose, maltose, dextrin and mannit. Each was used at a concentration of equivalent to C 30gm/1 glucose. Supplementary growth factors employed were common vitamins and bean, oatmeal and yeast extract. The growth response of the four strains to nutrient medium was estimated by weighing the mycelium produced on 12〜15ml of agar medium in test tube.

The results obtained my be summarized as follows.

1. Optimum pH and pH range—four strains grew on the potato agar ranging in pH from 4.3 to 6.9. All strains grew best in pH from 5.7 to 6.4, but there was no sharp optimum pH for the four strains. Race 0 can grow even at pH 4.3, while Race 1.4 at 7.4.

2. Carbon sources—Differences were not detected between different carbon sources for growth.

3. Nitrogen sources—Differences were observed between the four races in their utilization of inorganic and some amino acids for growth.
Arginine, glutamine, alanine, penylalanine, proline and glycine were good sources of nitrogen for the four strains, espesialy arginine was an excellent source for Races 0 and 4.

$(NH_4)SO_4$ was as favorable a source of nitrogen as was alanine for Race 1 and Race 1.4, while it was not readily utilized by Race 0 and Race 4. In particular, it should be noted that Race 0 and Race

4 failed to utilize methionine, while both Race 1 and Race 1.4 were unable to utilize it as readily as more elaborated other amino acids.

4. Growth factors—A mumber of vitamins, including biotin, inositol, pyridoxine, nicotinic acid, pantothenic acid were tested by adding them to the base medium, but these vitamins failed to growth of the four strains.

Both Race 1 and Race 1.4 appeared to respond to a growth factor present in oatmeal which was dialysable, soluble in 90% alcohol, insolble in ether, adsorbed by fullers earth and active charcoal. Growth of Race 0 was stimulated by addition of bean extract. In this experiment, the factors which stimulate the growth of Race 0 and Race 1 are apparently not the same. Yeast extract was found to contain a growth factor for Race 4.

シロトビムシモドキの生態

桜井　清*・堀田　豊*

STUDIES ON THE BIONOMICS OF *ONYCHIURUS FORSOMI* SCHÄFFER

By Kiyoshi SAKURAI and Yutaka HORITA

シロトビムシモドキ *Onychiurus forsomi* SCHÄFFER** は本邦にきわめて普通の種類で，温室や温床内で作物を害する場合があり，またキユウリやナス，ユリなどの被害が記録されているが，ヤギトビムシモドキなどのような大害はなく，害虫としてとくに重要視されてはいない。したがつてこの生態について調査されたものはほとんどない。

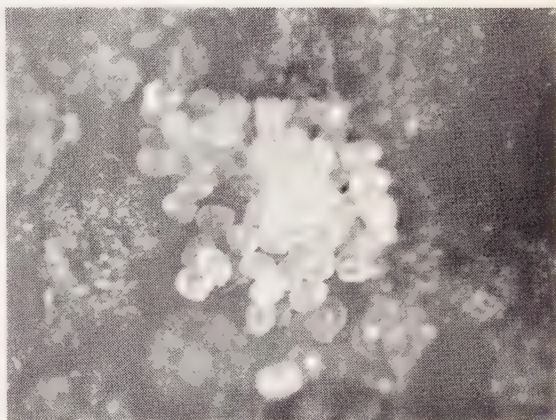
昭和30年，北海道各地において，水稲温冷床に本種の害が見られ，とくに美唄市において害のはなはだしい個所があり，将来水稲育苗上の問題となると考えられたので，これが生態並びに防除剤などについて調査を行つた。しかしこのような顕著な被害は同年のみに止まり，その後はほとんど実害が見られないが，今回の調査により被害発現の条件などについても考察を加えることができた。ここに生態上の知見とあわせて報告したいと思う。

本調査をなすにあたり，ご指導を賜つた当場桑山覚博士，種々ご教示を賜つた京都大学吉田分校吉井良三助教授ならびに種名の同定をお願いした弘前大学生物学教室内田一教授に深謝の意を表する。また調査に際し協力された当研究室堤正明技官，道立農試病虫部森川美智子の各位に対してもあわせてお礼申上げる

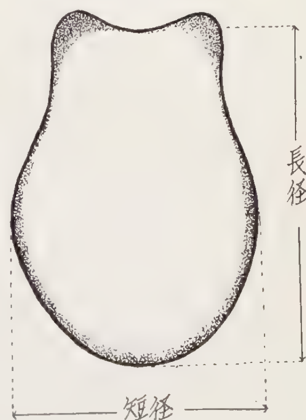
I　各態の調査

1. 卵

(1) 卵の形態　産卵当時は光沢ある乳白色，径0.17 mm内外の球形を呈するが，日時の経過と共に増大して，孵化直前に至れば洋梨形となる。卵の増大状況について1塊の卵のうちから20粒を取り，4卵塊について測定した結果は第1表のとおりである。



第1図　土中に産まれた卵



第2図　孵化直前の卵

*　病理昆虫部　虫害第2研究室

**　吉井（1954）は本種に対しフォルソムシロトビムシの和名を附しているが，ここでは害虫としての見地から，従来使用されている本和名を採用した。

第 1 表　卵 の 増 大 状 況

経過日数	短径	長径
	mm	mm
産卵直後（27/VIII）	0.170	0.170
4 日 後（31/VIII）	0.189	0.221
8 日 後（4/XI）	0.192	0.236

〔註〕 数字は 20粒×4卵塊＝80 粒平均。
供試温度25°C。孵化日月 9 月 5 日

(2) **産卵調査**　卵は土壌間隙に集合して産付される。1 雌の 1 回当産卵数を知るため，ガラスチューブ（径 1.5cm，長 6 cm）に土壌*を 3 cm の深さに入れ，野外より採集した成虫を 1 頭ずつ放飼，100 個体について調査を行つた。その結果，産卵したものは10頭に過ぎなかつたので次にシャーレ（11.5 cm×3cm）に土壌を約 1cmの深さに入れ，成虫を多数放飼して，2 日ごとに産卵の調査を行つた。その結果は 1 卵塊15〜20粒内外のものが最も多く，飼育温度 10〜25°Cの間では，温度による差は顕著でなかつた。30°C恒温の場合は産卵が見られなかつた。

第 2 表　1 卵 塊 卵 粒 数

調査別	飼育温度	卵粒数		
		最少	最多	平均
個体飼育	20°C	6	17	12.2
集合飼育	10	7	28	13.3
	15	9	26	16.9
	20	6	28	15.3
	25	7	32	17.4

〔註〕 数字は個体飼育の場合は 10 個体，集合飼育 10〜20°Cは15個体，25°Cは20個体平均

(3) **卵期間，孵化率**　前調査と同様の方法で同一日に産卵した卵を供試し，温度別に飼育して卵期間並びに孵化率を調査した。その結果は第 3 表のとおりで，30°C恒温では孵化せず，17〜20°Cが孵化適温のように見られた。

第 3 表　温度と卵期間並びに孵化率との関係

供試温度	供試卵数	孵化率	卵期間
		%	日
13.0°C	290	76.5	27.6
15.9	462	75.4	21.8
17.2	137	88.3	17.0
20.0	746	81.8	12.7
25.0	470	83.4	9.3

〔註〕 15.9°C，17.2°Cは室温平均。他は恒温

* 本調査で供試した土壌はすべて腐植に頗る富む砂壌土，風乾土壌水分 5.5 %，飽和容水量50%のものである。

次に孵化率と温度ならびに土壌水分について次のような調査を行つた。空気温度の場合は ZWÖRFER の方法により，シャーレ中の濾紙に卵を置いて調査，土壌の場合は重量比で風乾土壌に各区の水を加えたものを水分量とし，この土壌中に浅く卵を埋めて調査を行つた。その結果は第 4 表のとおりで，卵を土壌外に取り出した場合は R.H 100% 以外は孵化を見ず，土壌中の場合は水分10%区でもわずかに孵化したが，40〜50%では 100 %の孵化を見た

第 4 表　孵化率と濕度との関係

空気中			土壌中		
区分	供試卵数	孵化率	区分	供試卵数	孵化率
%	粒	%	%	粒	%
50〜60R.H	54	0	10	102	9.8
70〜80	65	0	20	130	27.7
90〜95	62	0	30	98	46.9
100	56	100	40	120	100.0
			50	110	100.0

〔註〕 供試温度25°C



第 3 図　成　　　虫

2. 成・幼虫

成虫の形態は吉井（1956）に詳しいので省略する。

(1) **成幼虫期間**　本種の成・幼虫の区別が困難であるので，孵化後成虫となつて最初の産卵をするまでの期間を調査し，これを成・幼虫期間と称した。調査方法は，同日に孵化したものを 1 区として供試し，これを卵の場合と同様，温度別に集合飼育して，期間並びに生存率を調査した。その結果は第 5 表のとおりで，成幼虫期間と温度との相関は$r = -0.833$（$P = 0.05$）で，生存率と温度との間には相関が見られなかつた。

第 5 表　成・幼虫期間並びに生存率と温度との関係

温度区分	供試頭数	期間	生存率
	頭	日	%
13.5°C	120 (3)	43.3	75.0
16.2	145 (3)	32.7	77.3
20.0	279 (6)	24.5	83.9
25.0	175 (6)	20.3	75.7

〔註〕16.2°C 區は室温平均，他は恒温。
供試頭数は各區の合計，( ) 内は供試區数を示す。数字は平均。

次に成虫（老熟幼虫を含む）の生存と温度との関係について卵の場合とほぼ同様の方法で調査を行つた。その結果は第6表のとおりで，空気湿度の場合は 100 %R.H 以外は急速に死滅し，土壌中の場合は水分30%（風乾土壌に対する比）以上であれば，生存に好適と考えられた。

第 6 表　成虫生存率と濕度との関係

空気濕度（死虫率）%			土壌中（死虫率）%		
區分	1時間後	3時間後	區分	1日後	15日後
50〜60 %R•H	(45.0)	100.0	風乾	100.0	—
70〜80	(100.0)	100.0	10	0	(10.0)
90〜95	(25.0)	100.0	30	0	0
100	0	0	50	0	0

〔註〕飼育溫度25°C。( ) 内の数字は假死虫の率を示す。

なお卵から成虫までの生存率と土壌水分との関係を，同一日に産まれた卵を供試して，前同様の方法で試験した結果は第7表のとおりで，飽和水分の場合最も生存率高くそれより低い場合ならびに過飽和の場合は生存率が低下するのが見られた。

第 7 表　卵〜成虫の生存率と土壌水分との関係

水分區分	供試卵数	生存率
20%	76粒	21.1%
30	52	44.2
40	51	54.9
50	53	78.2
60	50	32.0

〔註〕38日後調査，飼育溫度25°C。

(2) 成虫の温度反応　成虫の溫度反応について，加藤（1938）の方法に準じ，冬期の成虫5頭を供試，3分に1°C上昇の溫度により調査を行つた。本調査は虫を土壌外に取り出して行つたものであるから，土壌中にある場合とは条件は異るが第8表に示すとおり比較的低温で活動し，10〜20°Cが活動の適温と見られた。

第 8 表　成虫の溫度反応

活動段階	溫度範囲	活動段階	溫度範囲
微動	0.58〜1.10°C	活動活潑	11.10〜20.84
正位	1.68〜2.60	興奮	21.84〜24.24
匍匐	3.64〜5.18	転倒	25.84〜27.86
歩行	7.22〜10.30	熱死	32.74〜34.61

II　被害に関する調査

(1) 現地における被害状況　前記のように，昭和30年，美唄市で局部的ではあるが，相当の被害を見た。その被害状況は次のとおりである。被害地は泥炭土の上に土盛りをして設けた紙障子被覆の冷床である。排水は良好でなく，泥炭層は常に湿つた状態である。被害地を実見したのは5月中旬で，稚苗の生育が不良となり，苗は容易に引き抜かれその根はきわめて短かく，根際に多数の虫が蝟集していた。床内の土壌中には約6 cm立方中に60〜100頭の虫が棲息していた。とくに冷床框板と土壌との間隙には，真白に見えるほど集合棲息しているのが見られた。

(2) 室内における被害調査　上記のように冷床内で本虫の被害と思われるものが見られたが，これを確認するため，種々の条件下で虫を飼育して，その被害状況を調査した。まずシヤーレ内に成幼虫を多数放飼し，水稲籾を播種



左：健全，右：被害
第 4 図　水稲苗の被害状況

してその被害状況を調査した。その結果，地上部の芽に集合するのが見られたが，これがためには芽が食害を受けて生育不能になつた場合はほとんどなく，その被害は根に多く現われるのが見られた。しかし虫を多数放飼した場合でも，必ずしも被害が現われるとは限らず，同一シヤーレ内においても，作物個体によつて被害が異る。被害状況を判然とするため，被害についての1試験から，標準区と放虫区のうちの被害を受けた個体の平均数値を比較表示すれば，第9表のとおりである。このように根が食害されるため根長が短かくなり，苗の生育が抑制される。ある程度根が伸長すれば被害はなくなる

第 9 表　被害調査の 1 例

試験別	放虫區分	発芽率	根　長	草　丈	生草重
		%	cm	cm	mg
I	無放虫	100.0	12.5	16.6	179.2
	放　虫	93.3	2.4	7.3	85.3
II	無放虫	96.7	3.4	8.6	78.3
	放　虫	92.0	1.1	4.3	56.4
III	無放虫	100.0	11.1	12.4	—
	放　虫	83.3	4.8	9.2	—

〔註〕供試品種「北海 112 号」。各區10粒播種，3〜6反覆数字はその平均。放虫區の数字は被害を受けた區の平均数値。播種後約2週間後調査。

次に種々の条件の下で数次にわたつて被害調査を行つたが，そのうちから主なものを摘録する。

〔**第1試験**〕放虫数と被害との関係

本虫の被害を確認するため，腰高シヤーレ（径11.5cm 高さ8cm）に土壌を8分目入れ，これに水稲を10粒ずつ播種し，200〜500頭の虫を放つて被害状況を調査した。その結果は第10表のとおりで，放虫数の多い場合に被害が出る傾向が見られたが，同一シヤーレ内でも個体により被害程度が異り，虫数が多くとも必ずしも被害が現われるとは限らない結果が見られた。

第 10 表　放飼虫数と被害との関係

虫　数	発芽率	被害本数	草　丈	根　長
頭	%		cm	cm
0	90	0	5.8	5.9
200	100	1	5.6	5.7
300	90	5	4.8	3.7
400	90	5	4.8	3.6
500	90	4	4.6	3.6

〔註〕供試温度　13〜22.5°C（平均18.5°C）。
供試品種「石狩白毛」。調査は播種11日後。
数字は10本平均。

〔**第2試験**〕温度，水分と被害との関係

温度ならびに土壌水分の差異が，被害に関係あるかを知るために試験を行つた。試験方法は試験管に土壌を3分目入れ，これに浸水した種籾を1粒ずつ播種，成・幼虫を10頭ずつ放飼した。管の口は水分の蒸発を防ぐためビニールで覆つた。その結果は第11表に示すとおりで，高温（25°C恒温）よりも低温（平均 18°C）の場合に被害が見られ水分の多くなるにつれて被害が増大した。

第 11 表　土壌温度，水分と被害との関係

水分區分	放虫區分	18°C（平均）			25°C（恒温）		
		根長	草丈	生体重	根長	草丈	生体重
		cm	cm	mg	cm	cm	mg
30%	無放虫	5.0	7.5	92	9.5	16.0	154
	放　虫	5.5	8.0	87	7.0	12.8	106
40	無放虫	4.3	8.1	68	11.0	20.1	120
	放　虫	4.1	5.6	63	8.0	20.4	145
50	無放虫	4.5	7.0	90	11.3	13.7	112
	放　虫	2.4	4.9	51	9.3	18.7	126
60	無放虫	5.2	14.0	98	7.8	18.4	148
	放　虫	1.9	5.1	74	6.5	11.0	114

〔註〕播種10〜13日後調査。供試品種「北海112号」。
数字は2區平均。

〔**第3試験**〕品種と被害との関係

品種と被害との関係について，「水稲農林19号」，「石狩白毛」，「新栄」，「巴錦」の4品種を供試，腰高シヤーレに10粒ずつ播種，1シヤーレ約700頭放飼して被害の調査を行つた。その結果は第12表のとおりで，「水稲農林19号」では被害が見られず，他の3品種では明らかな被害が見られた。

第 12 表　品種と被害との関係

品　種	放虫區別	第1試験		第2試験	
		根長	草丈	根長	草丈
		cm	cm	cm	cm
水稲農林19号	無放虫	5.7	9.8	9.7	11.2
	放　虫	6.7	9.6	9.8	11.1
石狩白毛	無放虫	6.7	8.2	—	—
	放　虫	5.4	7.4	—	—
新　栄	無放虫	5.5	9.8	—	—
	放　虫	3.8	5.8	—	—
巴　錦	無放虫	—	—	11.6	12.7
	放　虫	—	—	8.8	10.0

〔註〕試験は室温で施行。第1試験「水稲農林19号」，「新栄」は6.5〜15.0°C（平均12.5°C），「石狩白毛」4.6〜22°C（平均 14.5°C）。第2試験は 11.1〜22.1°C（平均 17.1°C）。

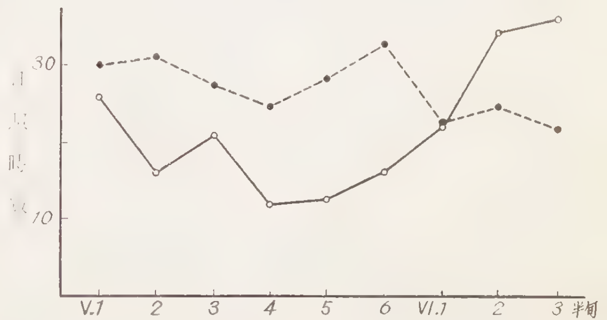
III 考　　察

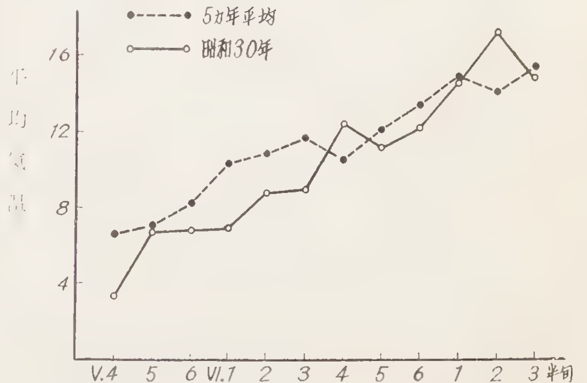
以上，主として室内における調査の結果を記したが，野外において本種の棲息活動状況を2，3観察した。昭和30年11月下旬に落葉，枯草などの直下または浅い土壌間隙などに越年している成・幼虫を観察し，翌年4月中旬の調査では同じような場所にあり，目立つた活動は見られなかつた。この時の棲息場所の地温は8～9.5°Cであつた。その後の5月上旬の調査では地温が9～11°Cで，特に活潑ではないが正常に近い活動が見られた。

このように札幌地方では，成・幼虫態で越年，5月上中旬，地温が10°C内外になつた頃より活動をはじめる。年間世代数は，少なくとも3～4世代を経過するようであるが，室内飼育の結果より生育有効積算温度を求めて計算した結果では，6世代が可能である。ヤギトビムシモドキなどのトビムシ類は本州で春季（3月下旬～4月下旬）に産卵し，夏季高温（18°C）以上になれば活動を中止，地中深く潜入して夏眠を行い，秋季温度の低下と共に再び地表近くに現われることが報ぜられている（松本，1929）。本種も低温性の害虫とは見られるが，夏季地温が30°C前後になる場合でも活動を停止するようなことはなく，産卵も行われた。

産卵は *Onychiuridlae* の他の種類と同様，土中に集合産付せられ，その1回産付粒数は20粒内外のものが多く，報告されている他の種類のそれと大差がない。

Onychiuridae の被害については，本邦の代表的な種類ヤギトビムシモドキ，ワタナベトビムシモドキなどは，小麦の発芽を害することが多いことが知られているが，本種は水稲の発芽にはほとんど被害がなく，根を加害することにより生育に影響を与える。*Onychiurus* spp. の麦類に対する害について，石井(1949)は小麦，大麦，裸麦の発芽の状態により，被害程度が異り，小麦は芽と根が同時に出るため芽の被害が多いことを報じている。陸苗代における水稲の場合は催芽籾を播種し，4日内外で地上に出る。その間に発根するが，芽が地上に出るまでの間は根の伸長は旺盛でなく，幼根の数も少ない。シャーレ中で籾が地表に露出した状態で発芽した場合，芽の個所に虫が多数集るが，芽の被害はほとんど見られなかつた。これは芽が食害に適さないものか，または芽の伸長が早いために根を食害するものか，この点の解析は充分でない。室内における被害調査の結果より，本種の被害発現の条件として考えられることは，比較的低温であること，土壌水分の多いことなどで，これは本種の活動に関する種々の調査結果からも裏書される。また水稲品種による被害の差異について調査した結果より見れば，被害発現に好適な条件下で調査した場合でも「水稲農林19号」のような耐冷性の品種では，被害がほとんど見られなかつた（第13表）。これは本品種はこのような条件下でも発根，生育が旺盛なため被害が現われなかつたものと考えられる。





第5図　昭和30年と他の年との気象比較

北海道において，本種の目立つた被害が水稲陸苗代に見られたのは昭和30年で，その後は同じ場所でもほとんど被害が見られない。前記のように本種の被害は低温と関係があるように考えられたので，被害のあつた昭和30年の育苗初期の気象について他の年のそれと比較を試みた。調査は被害の多かつた美唄市を対象とし，当農業試験場土壌肥料第1研究室における昭和30年と同25～29年の5カ年平均の平均気温，日照時間について比較した（本場における気象もこれと同様の傾向であつた）。その結果は第5図に示したとおりで，育苗に関係ある期間の気温並びに日照が，昭和30年は明らかに低くなつている。このような気温並びに日照の不足が床内地温の低下を来し，これが虫の活動に好適となつて，被害を招来し，また一方苗の生育の遅延も被害に与つているのではないかと考えられる。水稲陸苗代では播種当時飽和になるまで灌水するので，本種の好湿性よりして，床内は棲息に好適な条件となる。また泥炭地のような有機質の多い所に設けられた苗代では，本虫の分布，棲息よりして，好適な条件となるであろう。

本種はきわめて普通の種類であるが，前記のように被害を起す各種の条件が具つた時以外は，その害はあまり問題にならない。しかし水稲の育苗に際し，特に播種当時の気温，日照などの低い場合，本虫の発生している時は，その被害に注意すべきものと考える。

摘　　要

昭和30年，北海道各地において，水稲陸苗代にシロトビムシモドキ *Onychiurus folsomi* SCHÄFFER が発生し，局部的に相当の被害が見られた。その生態について調査した結果は次のごとくである

(1) 本種は成・幼虫態で,塵芥，枯葉，落葉などの下または土壌間隙などに入つて越年し，5月中旬頃から活動をはじめる。北海道では少なくとも年 3～4 世代を繰返す。

(2) 卵は土壌間隙に 15～20 粒くらい集合産付せられる。産卵当時は径0.17mm内外の球形であるが，次第に増大して，孵化前に至れば洋梨形となる。

(3) 孵化最適温は 17～20°C 前後のようで，土壌水分は飽和またはこれに近いのが好適である。

(4) 成幼虫の活動適温は 15°C 内外であるが，最高温度 30°C 程度でも夏眠するようなことなく活動する。土壌水分は飽和またはそれに近いのが好適である。

(5) 水稲の被害は，芽の被害はほとんどなく，根が加害される場合が多い。根の被害により根長が短かくなり生育が抑制される。根がある程度伸長すれば被害がない。

(6) 室内において調査した結果によれば，虫を多数放飼した場合でも，被害が必ずしも発現しない。被害の現われる条件としては，土壌温度の低いこと（15°C 内外），土壌水分が飽和またはこれに近いことなどがあげられる

(7) 水稲品種と被害との関係を調査した結果では「水稲農林19号」のような耐冷性の生育旺盛な品種は被害が少なかつた。

(8) 昭和30年の育苗初期の気象は，平年に比し低温，寡照であつた。このため苗代床内の地温の低下を来し，虫の活動加害に好適の条件となつたため被害が現われたものと考える。また一方苗の生育遅延もある程度関係があるようにに思われる。

(9) 本種はきわめて普通の種類であるが，一般には害虫としてはあまり重要でない。しかし水稲育苗の場合，播種当時の気象が前記のような時は，その被害が現われる可能性があるので注意を要する

文　　献

1) AGRELL, I. (1948) Studies of the postembryonic development of Collemboles. Arkiv. für. Zoolog. Bd. 41. A, Nr. 12.

2) FOLSOM, (1899) Japanese Collembola Pt. II Proc. of Amer. Acad. of Art and Sci., 34（9），261～274.

4) 石井象二郎(1949) シロトビムシモドキ *Onychiurus* と麦類の被害観察. 応昆，5(1)，13～16.

4) 木下周太（1916）本邦産跳虫科に就て（予報）動雑，28（7），451～460.

5) 桑山　覚（1926）北海道農園芸害虫目録　北農試彙報，42，P. 5.

6) 松村松年（1917）応用昆虫学前編，66～67.

7) 　　　（1931）日本昆虫大図鑑，p. 1494.

8) 松本鹿藏（1929） 麦の発芽を害する擬跳虫に関する研究　岡山農試臨時報告，35号.

9) 桜井 清・堀田 豊（1957）シロトビムシモドキの生態について(予報)北日本病害虫研究年報，8，85～87.

10) 内田　一（1952）跳虫研究の手引　新昆虫，5(1)，43～51.

11) YOSII, R. (1953) Einige Japanische Collembolen, die von der Quellen und Brunnen erbeutet waren. Annotationes Zoologicae Japonenses, 26（2），67～72.

12) ——— (1954) Die Kulturpflanzenschädigenden Collembolen Japans. 応昆，10（2），137～141.

13) ———(1956) Monographie zur Höhlencollembolen Japans. Contribution from the Biological Laboratory Kyoto Univ. No. 3, 50～51.

Résumé

In the spring of 1955, a noticeable infestation of the snowflea *Onychiurus forsomi* SCHÄFFER, occurred to the rice seedlings in oil-paper covered seed beds, in a part of Hokkaido. In this paper, the authors have dealt with some ecological investigations of this insect for the purpose of considering its control.

The results obtained are as follows:

(1) It seems that this insect has 3 or 4 generations a year and passes the winter in either the larval or adult stages in soil or under decayed leaves or debris. They become active early in the spring.

(2) The eggs are usually laid in soil as a mass containing about 15 to 20 eggs.

(3) The time required for hatching varies being dependent upon soil temperature and humidity. Under suitable conditions of soil temperature and humidity, i.e., from about 17 to 20 °C and saturated soil humidity, hatching occurs in about 15 days after egg-laying.

(4) The optimum soil temperature for activities of the larvae and adults is about 15°C under the condition of saturated humidity.

(5) The larvae and adults feed on the young roots of rice plants in the seed bed. The growth of rice plants injured by this insect is suppressed because of the damage to the roots.

(6) In spite of its wide distribution all over the country, this insect has not hitherto been noticed as an important pest of rice plant. There is a possibility that the injury occurs when the temperature is low at the nursery period.

玉蜀黍と豆類に寄生するアワノメイガの形態的並びに生態的比較検討†

竹　内　節　二*

COMPARATIVE STUDIES ON THE CORN BORER ATTACKING CORN AND BEAN

By Setsuji TAKEUCHI

I 緒　　言

アワノメイガ(*Pyrausta nubilalis* HÜBNER)は食餌植物に対する適応性の強い雑食性の害虫で，わが国においては食餌植物として10科29属35種が記録されている。このように多くの植物に寄生するため研究者または報告者によつて食餌植物を異にするものをそれぞれ別種としあるいは同一種とし見解が一様でなく，特に玉蜀黍及び粟を害するものと藍を害するものとは従来別種として取扱われていたことが多い。しかしこれらのものについて形態的あるいは生態的に詳細な比較検討はなされていない。北海道においては特に玉蜀黍,粟,菜豆,小豆,ホツプなどに被害が多いが，これらの作物を害するものはいずれも *Pyransta nubilalis* とされている。筆者は1953年アワノメイガの飼育を行つている際，北海道農業試験場圃場（札幌市琴似町）の玉蜀黍に寄生しているものと，虻田郡洞爺村の菜豆に寄生しているものから得た成虫の間に形態上の差異があることを認め特に雄の中脚脛節が菜豆に寄生するものは玉蜀黍に寄生するものより非常に肥大していることが特徴的であることを認めた。よつて引続き両者の形態的差異について詳細な検討を続けると共に生態についても各種の調査を行い比較検討した結果，特に食餌植物の選択について興味ある事実を認めた。両者が別種であるかどうかについては未だ確定するに至らないが，次に現在までの調査結果をとりまとめて報告する。

本研究を行うにあたり，ご指導を賜つた当場桑山覚博士，桜井清技官，松本蕃技官，西尾美明技官，調査上種々ご援助を得た虫害第1研究室各位，並びに種々ご教示を賜つた浪速大学六浦晃氏に厚くお礼申し上げる。

* 病理昆虫部　虫害第1研究室

† 本報の一部は昭和31年度札幌農林学会講演会並びに昭和32年度日本応用動物昆虫学会大会において講演した。

II 形 態 的 差 異

玉蜀黍並びに豆類に寄生するアワノメイガの名称を簡易にするために，雄の中脚脛節の形状より，アシボソ型(玉蜀黍に寄生)，アシブト型（菜豆,小豆,ホツプなどに寄生）と呼称する。

成虫の形態は桑山（1930），渋谷（1928，1929），六浦（1952），HEINRICH（1920）の報文を参照し，次の各部について調査を行つた。雌雄の前，後翅の色彩，頭部（頭頂，触角，下唇鬚，小腮鬚），前，中，後脚，翅(翅脈，翅刺)外部生殖器。以上のうち判然とした差異，または異つた傾向の認められたのは，前，後翅の色彩，雄の中脚，ならびに雄の外部生殖器である。

1) 前，後翅の色彩（第3圖参照）

前，後翅表面：雌に顕著な差異は見られないが，雄には顕著な差異が見られる。すなわちアシボソ型は前，後翅とも全体黄色を呈し各紋理とも桑山（1930）の記載に合致するがアシブト型は前後翅とも全体暗褐色を呈し，各紋理が判然としない。ただし前翅にあつては後横線と波状線との間，後翅では中央帯と亜外線帯との間は地色の黄色を現わす。これらのことについて桑山は個体によつてはこのような色彩を呈するもののあることを記述している。

前翅裏面：両型雌雄とも前横線，後横線が後縁に達しない場合が多く後横線と基部との間は広く暗褐色を呈し後縁は地色の黄色を呈する。個体によつては後縁部に第2肘脈と臀脈にまたがつて第4図のような暗褐色のクサビ状の



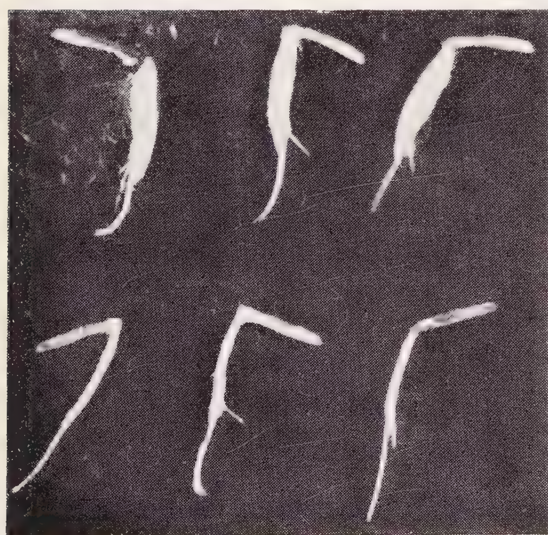






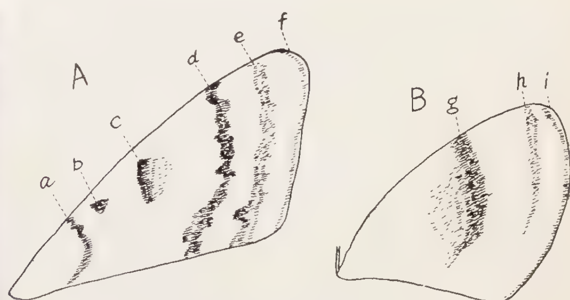
左上：アシボソ型（雌），　右上：アシブト型（雌）
左下：アシブト型（雄），　右下：アシボソ型（雄）

第 1 図　アワノメイガ雌雄



上段：アシブト型，下段：アシボソ型

第 2 図　アワノメイガ雄の中脚



（アシボソ型　雌）

第 3 図　アワノメイガ前後翅（表面）の紋理

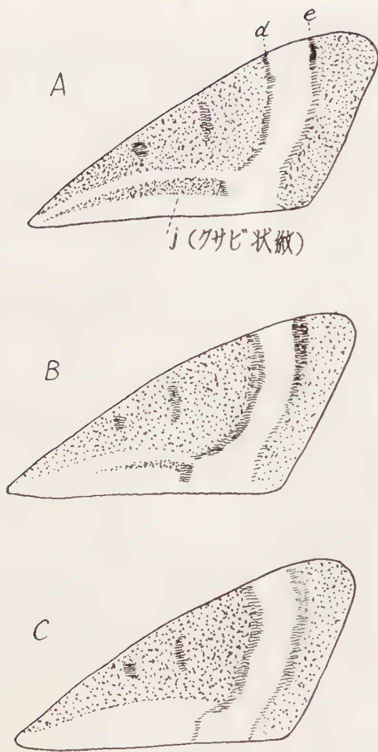
第 1 表　雌前翅クサビ状紋の比較

調査項目＼型別	アシボソ型	アシブト型
調査個体数	40	42
明瞭	0	19
不明瞭	2	15
無し	38	8

紋を呈する場合がある。このクサビ状紋は雌において判然としており，第1表に示すようにアシブト型ではこの紋が明瞭なものが多く，アシボソ型はこれを欠除するものが大部分で，斑紋を現わす場合でも不明瞭なものが多い。

2）中　脚（第5圖参照）

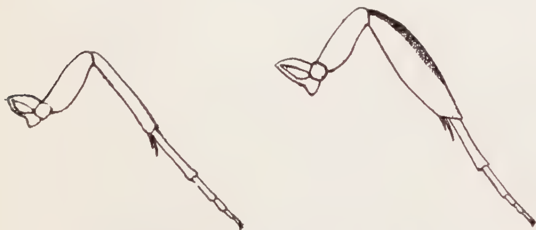
アシブト型の雄の中脚脛節はアシボソ型にくらべて非常に肥大し，脛節上縁部に暗褐色の斑紋を有する。中脚各



A．クサビ状紋　明瞭，B．クサビ状紋　不明瞭，
C．クサビ状紋無し

第 4 図　アワノメイガ前翅裏面の紋理（雌）

部の大きさの測定結果は第2表のとおりである。



左：アシボソ型，右：アシブト型

第 5 図　アワノメイガ雄の中脚

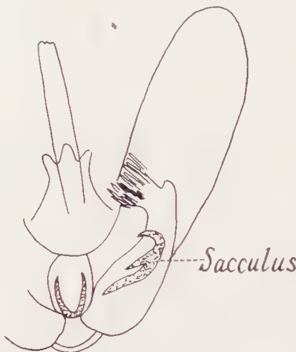
第 2 表　雄の中脚各節の比較

型別 / 調査項目	アシボソ型				アシブト型			
	脛節		腿節	跗節	脛節		腿節	跗節
	長さ	巾	長さ	長さ	長さ	巾	長さ	長さ
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
最大	4.00	0.55	4.25	4.00	4.50	1.25	3.65	4.00
最小	3.25	0.25	2.85	2.85	3.00	0.55	3.00	2.50
平均	3.63	0.43	3.42	3.53	3.96	0.88	3.39	3.43

調査個体数：アシボソ型　15頭，アシブト型　25頭。

3）外部生殖器

外部生殖器の構造は第6図のとおりであるが，アシボソ，アシブト両型の間に明らかな差異は見出せない。ただ雄生殖器の Sacculus の thorn 数に異る傾向がある。第3表に示すようにアシボソ型は thorn 3本のものが多く，アシブト型は2本のものが多い。



第 6 図　アワノメイガの雄の外部生殖器

第 3 表　雄外部生殖器の比較

型	調査個体数	thorn の数		
		2	3	4
アシボソ	48	13	32	3
アシブト	40	20	12	0

III　生態的差異

虻田郡洞爺村は菜豆や花豆の産地として有名であるがアワノメイガによる被害が激甚である。それに反して玉蜀黍の被害は少ない。これに比較して石狩，空知地方のような玉蜀黍の栽培面積の多い地方では玉蜀黍の害は大きいが菜豆の被害は少ない傾向にある。桑山（1930）は，これを食餌植物の総量に基くものと説明しているが，これには特に2型を区別していないので，2型を区別した現在食餌植物の選択性に関して次のような種々の疑問が生じて来る。すなわち（1）アシボソ型，アシブト型の区別なく栽培面積の多い作物を第一次食餌植物とするものであるかどうか。（2）アシボソ型は石狩，空知地方に，アシブト型は胆振，後志地方に発生し地域的に隔離されているものであるかどうか。（3）アシボソ型は玉蜀黍を，アシブト型は菜豆を選択し，寄主植物別に寄生するものであるかどうかなど。主として以上の解明のために1953年～1956年の4カ年にわたつて調査実験を行つた。

1．分布と寄主植物

道内各地より寄主植物別に幼虫を採集し飼育を行い成

虫を羽化させ，また野外で採集した成虫ならびに当虫害第1研究室所蔵の標本について調査した結果は第4表のとおりである。

第 4 表　分布と寄主植物

飼育成虫

採集地		羽化成虫数 雄	羽化成虫数 雌	型（♂）	寄主植物
網走	北見市	8	8	アシボソ	玉蜀黍
空知	栗沢町	7	10	アシボソ	玉蜀黍
石狩	札幌市琴似町	82	148	アシボソ	玉蜀黍
	同上	3	0	アシブト	小　豆
	同上	1	0	アシブト	菜　豆
	札幌市苗穂	3	5	アシブト	ホツプ
	広島村	31	72	アシボソ	玉蜀黍
後志	喜茂別町	5	1	アシブト	菜　豆
膽振	洞爺村	43	72	アシブト	菜　豆
渡島	大野村	16	13	アシボソ	玉蜀黍
桧山	上ノ国村	7	32	アシボソ	玉蜀黍

採集成虫（雄）

採集地	採集個体数 アシブト型	採集個体数 アシボソ型
札幌市琴似町	12	0
札幌市内	2	0
江別市	1	0

第4表に明らかのように北海道各地において玉蜀黍から羽化したものはアシボソ型で，菜豆，小豆，ホツプから羽化したものはアシブト型であつた。なお福岡県筑後市の粟から羽化した成虫を検したがこれはアシボソ型であつた。農業技術研究所昆虫同定分類研究室所蔵のものはすべてアシブト型であつた(寄主不明)。

2. 食餌並びに産卵選択

a）洞爺，琴似における玉蜀黍，菜豆の被害状況

アワノメイガの被害は石狩地方では玉蜀黍に，胆振，後志地方では菜豆に大きいことは主として観察によつて知られたが，これを数量的に正確に把握するための調査を行つた。

調査 1（1953年）　琴似町（北海道農試圃場）及び洞爺村において玉蜀黍，菜豆が隣り合せに栽培された圃場で被害調査を行つた。その結果は第5表のとおりで洞爺村では菜豆に，当場圃場では玉蜀黍に被害の多いことが認められた。

第 5 表　洞爺，琴似における被害状況

地名	作物名	調査個体数	被害個体数	被害率%	被害孔数	1茎当り被害孔数
洞爺	玉蜀黍	100	22	22.0	13	0.13
	菜　豆	120	—	—	219	1.8
琴似	玉蜀黍	100	55	55.0	61	1.3
	菜　豆	54	—	—	15	0.3

調査月日：洞爺9月3日，琴似9月19日。

調査 2（1954年）　農試圃場内における被害状況を確かめるために玉蜀黍（ロングフエロー），菜豆（大福），花豆(白花)を第7図のような配置で栽培して被害調査を行つた。調査結果は第6表のとおりである。

玉蜀黍	菜豆	花豆	玉蜀黍	菜豆	花豆
菜豆	花豆	玉蜀黍	菜豆	花豆	玉蜀黍

1區面積：25坪

第 7 図　試験區配置圖

第 6 表　北海道農業試験場圃場における被害状況

作物名	調査個体数	被害個体数	被害率%	被害孔数	1茎当り被害孔数	産卵(卵塊数)
玉蜀黍	38	29	76.3	40	1.05	49
菜　豆	20	12	60.0	20	1.00	2
花　豆	20	1	5.0	1	0.50	0

調査月日：9月30日

この調査では産卵数は菜豆はきわめて少なかつたが，被害率は，玉蜀黍は76.3%，菜豆は60%で両者の被害には大差なかつた。

b）網室内における食餌ならびに産卵選択調査

調査 1（1954）　網室（面積3坪）2室を用い，両室とも玉蜀黍，菜豆を隣り合せに栽植し，一室にアシボソ型，他の一室にアシブト型の卵塊を各株ごとに1卵塊ずつ接種し，幼虫の食入状況ならびに被害状況を調査した。

第 7 表　網室内における食餌選択調査

型	作物	供試個体数	被害個体数	被害率%	茎の被害孔数	1茎当り被害孔数	生存幼虫数
アシボソ	玉蜀黍	16	12	75.0	30	1.9	27
	菜　豆	15	12	80.0	29	1.9	7
アシブト	玉蜀黍	19	2	10.5	0	0	1
	菜　豆	18	16	88.9	34	1.9	8

註）玉蜀黍品種「ロングフエロー」，菜豆品種「大福」

アシボソ型による被害は玉蜀黍，菜豆ともほぼ同程度であつたが，アシブト型による被害は玉蜀黍10.5%，菜豆88.9%で菜豆の被害の方がはるかに多かつた。アシブト型は玉蜀黍より菜豆を好んで食害すると考えられる。

調査 2 (1954年) 調査 1 と同様の網室内に両型の成虫を放飼しその産卵状況をみた

第 8 表 網室内における産卵選択調査

型	玉蜀黍		菜豆		成虫羽化数	
	卵塊数	卵粒数	卵塊数	卵粒数	雌	雄
アシボソ	3	134	2	45	26	8
アシブト	1	14	8	152	6	3

産卵数が少ないので産卵選択があるかどうかは断定し得ないが，卵粒数からみてアシボソ型は玉蜀黍に，アシブト型は菜豆に産卵が多い傾向を示した。

c) 隣接圃場における両型の寄生状況及び被害

アシボソ，アシブト両型は寄主植物別に寄生することが考えられるようになり，また実験的にも寄主植物を選択することが明らかにされて来たが，このことをさらに明確にすることと両型が発生の初期から寄主植物を別にしているかどうかを確かめるために次のような調査を行つた。

調査 1 (1956) 玉蜀黍，小豆，菜豆を隣り合せに栽培した圃場の各区（玉蜀黍，小豆，菜豆各々43坪）に産卵されたアワノメイガの卵を採集し，それを30°C の定温器内で飼育し，羽化した成虫を区別した。

第 9 表 玉蜀黍，小豆，菜豆隣接圃場における産卵選択調査

作物	羽化成虫数		型（雄）
	雌	雄	
玉蜀黍	28	12	アシボソ
小豆	3	4	アシブト
菜豆	2	3	アシブト

第 9 表のように玉蜀黍に産卵されたものはアシボソ型で，小豆，菜豆に産卵されたものはアシブト型であつた。松本（1957）も同様の結果を確かめている。以上野外における調査ではアシボソ型は玉蜀黍を，アシブト型は小豆，菜豆を産卵選択し寄生することが認められた。

調査 2 (1956年) 調査 1 の圃場で玉蜀黍，菜豆，小豆の被害調査を行つた。調査結果は第10表のとおりであつた。

この調査では玉蜀黍，小豆，菜豆とも約40〜50%の被害率で，玉蜀黍に被害が多いということはなく，かえつて小豆の被害の方が多かつた。なお近年当場圃場ならびに石狩，空知地方ではアワノメイガによる小豆の被害が増加している傾向にある。

第 10 表 農試圃場における玉蜀黍，小豆，菜豆の被害状況

作物名	調査個体数	被害個体数	被害率 %	茎の被害孔数	1茎当り被害孔数
玉蜀黍	30	13	43.3	25	0.83
小豆	30	16	53.3	31	1.03
菜豆	30	11	37.0	25	0.83

調査月日：9月9日

d) 玉蜀黍，菜豆による室内飼育での発育状況

試験管内で玉蜀黍(ロングフエロー)，菜豆（金時）の茎を刻んだものを食餌として孵化幼虫より飼育し，成熟幼虫に達した数を調査した。

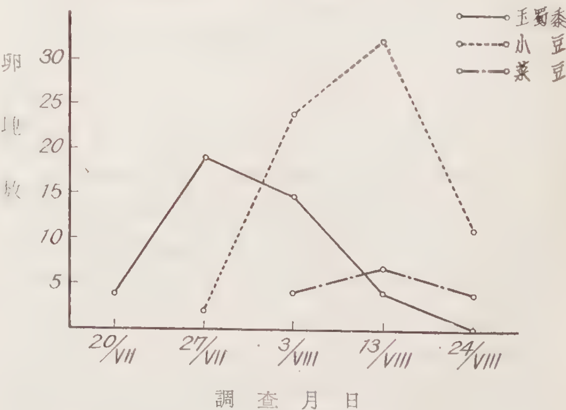
第 11 表 玉蜀黍，菜豆による室内飼育

型	玉蜀黍			菜豆		
	供試虫数	成熟幼虫数	%	供試虫数	成熟幼虫数	%
アシボソ	60	25	41.7	60	13	21.7
アシブト	60	28	46.6	60	26	44.0

両型とも玉蜀黍，菜豆で飼育して老熟幼虫に達し生残つた幼虫数はほぼ同程度であつた。松本（1957）もアシボソ，アシブト両型は玉蜀黍，小豆，菜豆のどの植物でも世代を完了し得ることを述べている。

3. 産卵時期 (1956年)

玉蜀黍，小豆，菜豆を隣り合せに栽培した圃場の各区（玉蜀黍，小豆，菜豆，各43坪）に産卵された卵塊数を 7 月20日より 7 日〜10日ごとに 8 月24日まで調査した。第 8 図に示されているように小豆上の産卵は玉蜀黍上の産卵にくらべてその最盛期において 2 週間以上おくれた。



第 8 図 産卵時期に關する調査（昭31）

IV 考察及び総括

玉蜀黍並びに豆類に寄生するアワノメイガについては

比較検討した結果，形態的に判然とした差異の認められる特徴は，アシブト型雄の中脚脛節がアシボソ型のそれにくらべて非常に肥大していることならびにアシブト型雄の前翅は全体暗褐色を呈するが，アシボソ型のものは全体黄色を呈することなどである。雌には判然とした差異の認められる特徴はなく，前翅裏面の色彩に異る傾向が見られるが個体変異も大である。外部生殖器については雄に多少異る傾向が見られるが判然としたものではない。このようなことよりアシボソ，アシブト両型が別種であるかどうかについては未だ確定するに至らない。生態的差異については主として食餌植物に対する選択性について調査したが，その結果を総括すれば次のことが結論される。アシボソ，アシブト両型は室内飼育によつては玉蜀黍，菜豆，小豆のいずれでも充分生育し世代を完了するが，野外ではアシボソ型は玉蜀黍を，アシブト型は菜豆，小豆を選択し寄生する。各地における採集結果によれば両型は地域的に隔離されているものでなく，同一地域内において食餌植物別に寄生する。食餌植物に対する選択性並びに適応性について桑山（1930）は「アワノメイガはきわめて雑食性なるにかかわらず食餌植物に対し著しき選択性を有し，しかも一面食餌たり得る植物に対しては強き適応性を有し，成虫の産卵並びに幼虫の喰害は，その環境のうち，食餌植物の総量 ——分布，栽培面積，または生育状況など——に影響されること最も多きものの如し」と述べているが，この命題について，更にまたHOPKINS の食餌選択性に関する理論を適用出来るか否かについてはアシボソ，アシブト両型が型でなく亜種または別種でないかという論議と共に更に実験を重ねて後日に譲りたい。

V　要　約

1. 北海道におけるアワノメイガに形態的，生態的に異る2型があることを認め，これらの差異について研究を行つた。

2. 形態的特徴にもとづき玉蜀黍に寄生するものをアシボソ型，豆類などに寄生するものをアシブト型と呼称し，その両型について形態的，生態的に比較検討した。

3. 両型の形態的差異は雄の中脚脛節に最も顕著に見られ，アシブト型はアシボソ型のものにくらべて非常に肥大している。また雄の前，後翅（表面）の色彩にも差が見られる。その他雌の前翅(裏面)の色彩，雄の外部生殖器にも多少の差異は認められたが，これらは個体変異であるか亜種または種の特徴とすべきものであるか確定し得ない

4. 北海道各地において，野外においては玉蜀黍に寄生するものはアシボソ型で，菜豆，小豆，ホソソなどに寄生するものはアシブト型であつた。

5. 両型は飼育によれば玉蜀黍，菜豆，小豆のどの植物でも充分生育し，世代を完了するが，野外ではアシボソ型は玉蜀黍，アシブト型は菜豆，小豆に産卵選択し，寄主植物別に寄生する。また両型は地域的に隔離されたものではない。

6. なお1956年の調査ではアシブト型の産卵はその最盛期において，アシボソ型より約2週間おそかつた。

引　用　文　献

1) HEINRICH, C. (1920): Note on the European corn borer (*Pyrausta nubilalis* HÜBNER) and its nearest American allies, with description of larvae, papa, and one new species. Jour. Agr. Res. 18 (3): 171〜178.
2) 桑山覚 (1930): アワノメイガに関する研究　北海道農試報告　第25号.
3) 松本蕃・島崎忠雄 (1957): 小豆害虫としてのアワノメイガ　植物防疫11(7): 282〜284.
4) MUTSUURA, A. (1954): Classification of Japanese *Pyrausta* Group Based on the structure of the Male and Female Genitalia Bull. Naniwa Univ. 4: 7〜33
5) SHIBUYA, J. (1928): The systematic stady on the Formosan *Pyraustinae* (Lep) Jour Facul. Agr. Hokkaido Imp. Univ. 22:
6) ________(1929): On the know and unrecorded species of Japanese *Pyraustinae* (Lep,) Jour, Facal. Agr. Hokkaid Imp. Univ. 23.
7 竹内節二 (1955) : 北海道に於けるアワノメイガの二系統ならびに食性について　札幌農林学会報 39 (5) : 32〜33.

Résumé

In 1953, the author found some morphological differences between moths of the corn borer (*Pyrausta nubilalis*), attacking corn and those attacking bean. Since then, further experiments have been carried out on the morphological and ecological differences between them. The results obtained are summarized in the following lines.

1. Tibia of mid-leg of male moth attacking bean is thicker than of the one attacking corn. The width of tibia of the former is about twice that of the latter.

2. The two types also exhibit differences in the coloration of the surface of both wings of male moth. Differences are seen in the coloration of the back of fore-wing of female moth and also the external genitalia of male, but they are not

distinct.

3. In the field, the insect of thick-tibia type attacks bean, adzuki-bean and hops and the insect of normal-tibia type attacks corn without exception.

4. In net-house experiments, oviposition preference was shown for corn by the normal-tibia type female and for bean by the thick-tibia type female. Newly hatched larvae of the normal tibia type exhibited no marked preference for these two plants, but larvae of the thick tibia type exhibited marked preference for bean.

5. Feeding experiments showed that the insects of two types can develop with corn and bean and complete their generation.

6. The peak of the oviposition of the normal-tibia type was about two weeks earlier than that of the thick-tibia type.

スゲハムシ *Donacia simplex* FABRICIUS の幼虫について

西尾美明*・今林俊一*
中村克己**・木幡寿夫***

ÜBER DIE LARVE DER *DONACIA SIAMPLEX* FABRICIUS

By von Yoshiaki NISHIO, Shun-ichi IMABAYASHI,
Katsumi NAKAMURA und Hisao KOBATA

前　　言

1957年6月中旬，北海道上川郡上川町の1農家の水田に1種の甲虫の幼虫が多数発生して移植後間もない水稲根を加害した。このため水稲は活着不良となり，かつ生育も著しく遅延した。6月下旬われわれは現地でこの幼虫を調査しその特異な形態よりハムシ科の *Donacia* 属の1種であることを知ることが出来た。その後この幼虫を飼育の結果スゲハムシ *Donacia simplex* FABRICIUS であることを確かめたが，本種の幼虫は未知であり，また生態的に興味のある事実も観察したので発生地の概況とあわせて報告する。なおスゲハムシは既に松村（1915）により水稲害虫として報告されているが詳細については不明であり，桑山（1954）は北海道に分布はしているが，北海道ではまだ水稲に対する加害を認めていないと報告している。従つて北海道における水稲害虫としての確認はこのたびが初めてである。

種々ご教示を得た当場桑山覚博士，北海道大学農学部昆虫学教室内田登一博士に謝意を表すると共にご指導を得た桜井清技官にお礼申上げる。

なお本調査に当つて種々便宜を与えられた北海道立農業試験場上川支場長桑原武司技師，上川町農業改良相談所岡田幸雄技師に深謝の意を表する。

I　加害地の概況及び調査経過

被害の発見された水田は上川市街より約5km離れたところで，近くに溪流，養魚池などがあつて一帯は湿地となつている。附近には種々の灌木やスゲ，マコモ，キクイモなどが繁茂し被害田は1956年秋より1957年春にかけてこれらの雑草を鋤込み，約1反3畝の新田としたところで，このため表土は浮き排水がきわめて不良で，6～7月には30～50cm ほどぬかる状態であつた

農家の談によれば水稲の移植は6月2日及び6月10日に行い，前回に移植した水稲の活着が思わしくないので，6月8日若干のものを引き抜いたところ根に白色の蛆が多数発見された。さらに10日移植のものを12日に調査したところ同様多数の蛆が根を食害しており，この加害がほとんど全株にわたつているので同町農業改良相談所に連絡したという



第1図　水稲根に附着したスゲハムシ幼虫

6月24日，われわれは現地調査を行い，水稲を引き抜き水洗いして幼虫を観察したが，1株当りの幼虫数は最少1頭，最多25頭，平均11.5頭であつた。幼虫はすべて体を腹面にC字状に曲げ，腹節末端の鉤刺，脚などよりもむしろ口器で根に付着しているように見受けられた。完熟間近いと思われる10mm内外の大形のものもかなり観察されたが，小形のものも少なくなかつた（第1図）。水稲の毛根はほと

---

*　病理昆虫類　虫害第1研究室
**　道立農試空知支場
***　同上川支場

んど食害され，主根もバリカンで刈り取られた状態を呈し生育は著しく不良で移植時とほとんど変らぬ状態であつた第2図)。

前述のように移植後間もないため雑草があまり見当らず，ただかなり成長したマコモがところどころに自生していたが，これらの根にも同様多数の幼虫が発見された。ヒルムシロその他これに類似の浮草にも特に注意したがこれらは全く見出されなかつた。水稲及び周辺の雑草を調査したが成虫及び食痕は見出されず，渓流附近のキクイモの群落が多数のスゲハムシ成虫が集り交尾中のものも観察された。これらのキクイモの根元には水がなく，掘り起して根を調査したが幼虫は1頭も発見されなかつた。



共に6月10日移植，6月22日採取
第2図　健全菌（左）と被害の甚だしい苗（右）

その後木幡は8月下旬まで5回にわたつて現地調査を行つたが，幼虫数は急激な減少を示し，7月23日の調査の際には1株当りの寄生数は1頭内外となつた。減少傾向がかなり顕著なので死亡のほかに移動あるいは羽化によるものもあるかと考えこれを確かめるため8月7日，水田の1隅に約3.6×1mの木枠を作り，側板を地中に30cm埋め地上部を40cmとし上部を細目の金網で蔽つた。

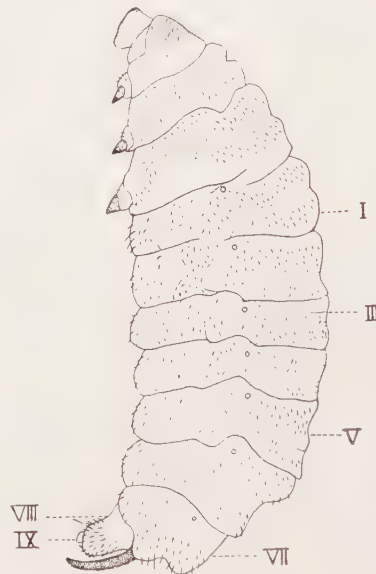
8月27日，落水後再度の現地調査を行つたが，表土はまだかなり湿つていて若干ぬかる状態にあり，水稲は容易に引き抜く事が出来た。木枠内及び外の水稲をそれぞれ若干本調査したが共に幼虫数は著しく少なくむしろ幼虫の付着が認められない株が多く，わずかの繭及び完熟幼虫を見出しただけである。繭の1個からは本種の成虫の屍体を見出した。繭が最初に発見されたのは7月8日であるが，同月23日の調査時にはかなり増加していた。下面は水稲根に固着しているが，根の1部が繭の内部に入つている。初め黄褐色または飴色で内部を透視出来るが，次第に濃色となり，8月下旬には濃赤褐色不透明となる。蛹は発見していない。

6月下旬現地で採集した約500頭の幼虫を北海道農業試験場及び道立農業試験場上川支場で手分けしてそれぞれ室内飼育を行つた。しかし経過は両場共きわめて不良で死亡するものが多く，10月9日前者で土中からわずかに2個の繭を掘り出したに過ぎなかつた。これら繭の1個は空であつたが1個には生きたスゲハムシ成虫が入つていた。

水稲の生育は6月中，下旬は既述のように著しく不良で収穫は困難と思われていた。その後幼虫の減少と共に次第に回復したが7月下旬の草丈は一般農家の½程度で，このため中耕除草その他の管理を中止した。しかし8月下旬には出穂したものもかなり見られ少量の収穫があつたという。

II　幼虫の記載

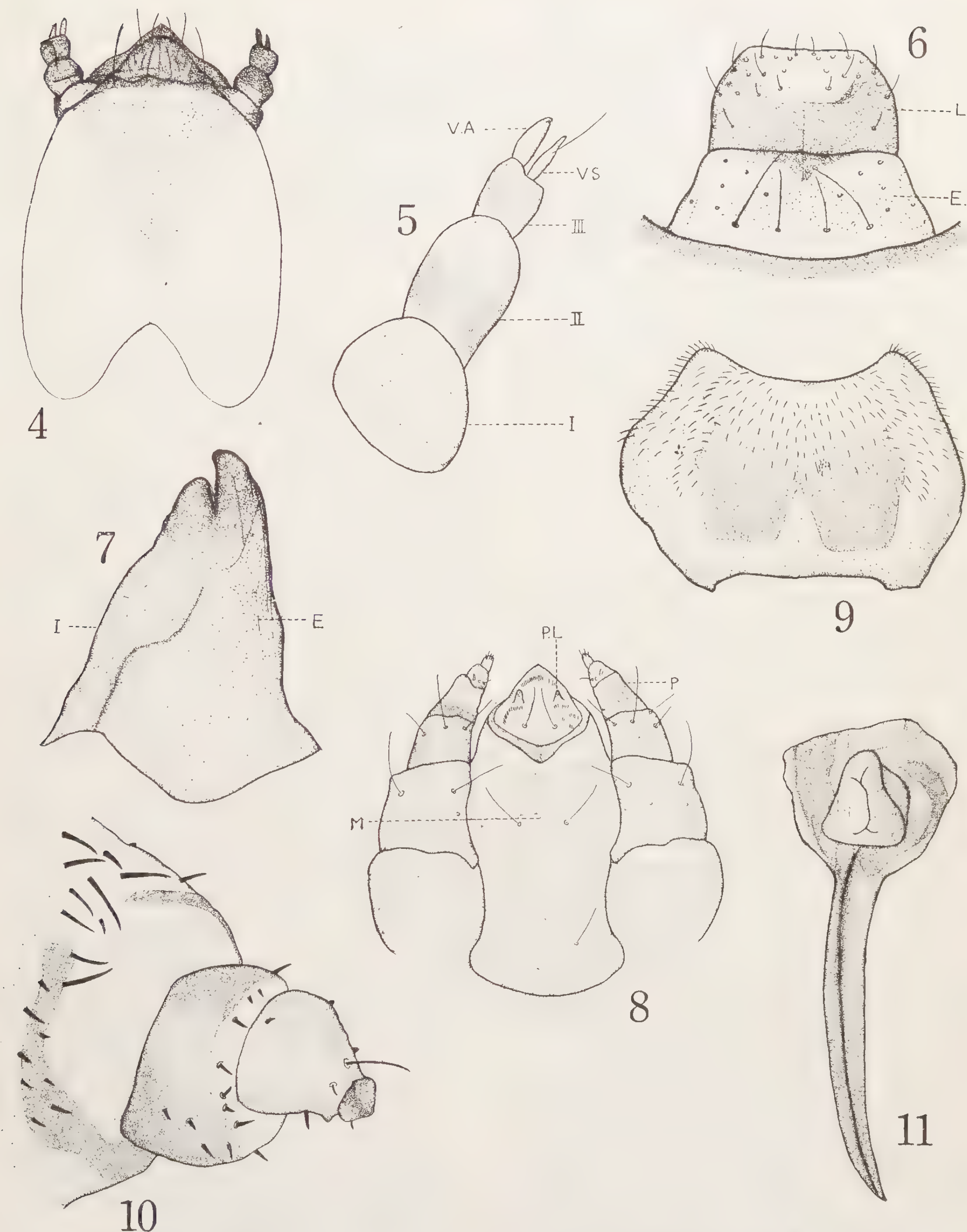
アルコール漬完熟標本，体長11mm前後，乳白色で絹様光沢があり体表にはごく短かい褐色の短毛がかなり見られ，また前胸背中央部には黄褐色の大形紋がある。体は肥厚して前方が細まり後方は太く一見ナメクジ状を呈し背，腹面の趨は深い。頭部は前胸内に深く嵌入して外部に現われない場合が多く，脚は短く疣状で先端部は赤褐色または黄褐色を呈する。腹部末端背面には1対の赤褐色の顕著な鉤がある(第3図)



第3図　幼虫全形

頭部　頭部は小形でほぼ下口式，卵形を呈し前方はやや狭く頭頂は深く大きく湾入する。全体黄褐色を呈するが口器及びその付近は赤褐色で正中線，前頭縫合線などは不明瞭である。頭蓋孔は著しく大きく頭蓋後部の大部分を占め Hypostoma は膜質化している。頭楯前縁は緩やかな4個の波状に彎曲し4本の長毛があり，触角は大形で着生孔はまた大きい。前頭は長三角形を呈し淡黄色で全面に浅い大形の陥没が多数あり，頭蓋全体のキチン化度は弱く鮫膚状を呈する（第4図)。

触角は3節よりなり第1節は倒椀状で幅広く側縁の丸味は強く全体黄白色を呈する。第2節は長形で，第1節同様側縁及び先端部に丸味があり基部やや前方に幅広い黄褐色の帯状紋がある。第3節は同様長形を呈するが第2節に比すべて著しく短かく，末端はほぼ裁断状，基部及び先端を除



4. 頭部上面，5. 觸角 V.S：感覚器，V.A：補助節，6. 上唇及び頭片 L：上唇，E：頭片，
7. 右大腮 E：上面，I：下面，8. 小腮及び下唇，P：小腮鬚，P.L：下唇鬚，9. 前胸背面，
10. 中 脚，11. 第8腹部節気門及び鈎刺

第4〜第11図 幼虫の各器官

き黄褐色である。感覚器は指状突起状で先端は細まり不規則な凹凸と少数の顕著な感覚毛がある。感覚器の内側には補助節があるが補助節は大形で且太い（第5図）。

顎片は顔面前部と明瞭に区別され幅広い梯形状で黄白色，基部少しく前方に数本の感覚毛が1列に配置されところどころに感覚孔がある。

上唇も同様梯形を呈するが外縁特に前縁角附近の丸味が強く基半分は黄褐色で前半部には顎片より密な感覚毛と感覚孔がある(第6図)。

大腮は上，下面が広く外面が狭く，薄い幅広い三角錐状を呈し，先端は鋭いが内縁末端近くに大形の丸味の強い歯状突起がある。全体裸形で感覚毛その他を欠き赤褐色を呈するが末端は濃色である。内縁筋及び外縁筋はよく発達して頭蓋より透視出来る（第7図)。

小腮及び下唇は膜質化して薄く，下唇は基部が著しく広く先端は前方に突出して口吻状を呈する。小腮基部筋は小腮鬚に比べて著しく大形で2節が認められる。第1節は長盃状で基部が細まり，第2節は円筒型で先端方がわずかに狭く少数の感覚孔と感覚毛がある。小腮鬚は4節よりなるが第1節が最も大形で円筒型を呈し少数の長毛があり第2節は同様円筒型を呈し先端方により強く細まる。第3節は第1，2節に比べて著しく小形で半球状，側縁及び先端の丸味が強く中央部にごく短かい毛が若干ある。これらの毛は太く突起状を呈するものもある。第4節は小形の指状突起状で先端にごく短い感覚突起が数個ある。

下唇及び下唇鬚は著しく変形して各部の境界は不明瞭。下唇鬚は口吻状突出部の先端近くに存在する1対の短かい角状突起となつている。この突起は1節よりなり黄白色で先端には小腮鬚末端節同様の微細な感覚突起がある。この後方に1対の長毛があり更にその後方に黄色帯があり全面に微毛が散在する。下唇基部の感覚毛は少ない（第8図)。

胸　部　胸部は各節共よく発達し中，後胸の長さはあまり短縮せず前胸に等しく，幅は後胸が最も大きく中胸がこれに次ぐ。前胸側縁は強く前方に狭まる。背板は平面状でよくキチン化し後縁少しく前方より中央部にかけて大形の褐色紋があり，前側縁附近には短毛が密生する。側板は明瞭で長三角形を呈し背板同様の短毛を密生するが，これらの毛は背板のそれより長い。腹板は梯形で前側縁に丸味があり横溝により前後に分れ脚間の短毛は顕著である。（第9図)。

中，後胸は腹節と形状，体毛の配列その他が似ており背面は隆起するが中央部に1本の横に走る深い溝があり，体毛はこの横溝の前後に並列する。側面も小丘状に顕著に隆起し同様の短毛があり，腹面には前縁やや後方に1横線があり全面にごく短かい褐色毛がある。気門は各節共に明瞭でない。

脚は短かく前，中，後肢共に構造が似ている。外見上4節よりなるが第1節は白色，2～4節は黄褐色で末端節は特に濃色である。第1節は著しく太く円筒型で末端付近に黄色の帯状紋があり，これより基部にかけて腹節同様の感覚毛が並列する。第2節も円筒型を呈するが第1節よりかなり細く，末端及び内側方に感覚毛があるが著しく短かい。第3節は中央より先方が強く細まり且つ内方に彎曲し，全体に少数の短毛があるが末端外方には長毛も見られる。第4節は小型で長さより幅広く先端中央部は突出し他節に比べて硬い（第10図)。

腹　部　腹部は9節よりなるが第9節は著しく小形でわずかに肛門の周囲をかこむ。第1～8節は顕著な縦皺によつて背，腹，側板に区別され，第8節以外の気門は側板と背板を区分する縦溝のやや上部に位置する。背板は顕著に隆起するが中央後方の横溝によつて前後に分れ，腹板両側方，側板も同様隆起するが側板は後方が若干細まつた四角形状を呈する。全体に短毛が散在するが腹板中央部の毛は短かく且つ疎らである。第1～6節は腹板より背板が少しく短かいが第7腹板は強く短縮し，また後縁は強く弓形に彎入する。第8腹節両側縁は後方に顕著に狭まり三角形を呈するが，背面には基部より後方に伸長する大形の1対の鈎があり，この鈎の間は強く陥没する。腹板は前節のそれより著しく狭まるが，中央部が特に狭く側方の突出部は余り狭まらず大形である。全体に短毛が散在するが背板のそれは短く且少ない。第9節は三角形状に突出し末端にT字状の切込みがある。

気　門　第1～7節の気門は構造がきわめて簡単で周囲が黄褐色に縁取られ，気門孔は裂開が不明瞭で中央部は突出し且つ濃色である。皮下には気管が連絡しているが気管は太くあまり退化していない。第8腹節気門は大形で背板基部ほぼ中央に位置し気門孔は顕著に縦に裂開する。鈎刺は大形で固くキチン化し下方に強く弓形に彎曲するが，基部は椀状に拡大して気門を蔽い中空である。鈎刺の中央部には濃色の縦走線があり鈎刺はこの部分を境界として2室に分れ先端は刀刃状で鋭い（第11図)。

III　考　　察

スゲハムシは北海道では山間に最も普通で，特に沼，溪流などのたまり水の附近に多く5～6月に出現する。交尾もこの時期にしばしば観察されるから恐らく産卵もこのころ行われるものと推定される。

前述のように被害田では水稲移植2日後に多数の幼虫が根に付着しているのが発見され，またこれらはかなり成長していたことから見て，幼虫は水稲移植前に既にこの場所に棲息しており，越冬幼虫または晩春あるいは初夏に産卵され孵化したものが，水稲移植後蝟集して加害したと考

えて間違いない。

Donacia 属の種は池沼その他たまり水中のドヂヨウツナギ属 *Glyceria*，アシ属 *phragmites* などの植物を寄主として生活するが，各種の寄主範囲はそれぞれ著しく狭く，特殊の生活要求を持つことが知られている。[5,7] スゲハムシの幼虫飼育は困難で，水稲の生育状態や水温などにはかなり注意したにかかわらず斃死個体が著しく多かつたが，圃場における7月上旬以降の附着数の急激な減少も，また斃死によるところが大きかつたと考えられ，スゲハムシの生活要求も同属の他種同様かなり狭いものと推定される。

本州その他ではイネネクイハムシ *Donacia provosti* FAIRM の加害が山間の峡谷その他排水不良の水田に現われることが知られている。北海道では *Donacia* 属の水稲加害はきわめて少なく現在まで他に1カ所問題視されているところ* があるが，これらの被害田はすべて新田で泥炭質であり，イネネクイハムシの場合と同様，排水不良の特殊の場所である。観察によれば両地は周囲の環境のみならず加害発見状態もよく似ており，共に雌成虫が水稲移植後に飛来産卵して加害したものとは考えられず，幼虫の棲息地に造田したことが加害の原因となつたと考察された。この事実より北海道においては水稲は *Donacia* 属の一次的の寄主とは認められず，スゲハムシの今回の加害は一時性のものと思考される。

Donacia 属幼虫第8腹背面の鉤刺は呼吸器官と推定され，幼虫はこの器官と寄主植物内部の空気のあるところまで挿入し呼吸作用を営むといわれており，また同属の他種の幼虫は1 ℓ当り4～5 cc の酸素を含む水中で皮膚呼吸によつて生活出来ることが知られている。[5] スゲハムシが水稲のいずれの部分に鉤刺を挿入するかは確かめていないが，あるいは後者の方法によつて生活しているのではないかとも考えられる。

Donacia 属幼虫の生活は地上に生活する他のハムシ類と著しく異り，水底の泥土中という暗黒で，温度の変化に乏しく，湿度は過飽和に達している特殊の環境下で行われる。一般に形態は環境に適応したものと考えられているが，[8] スゲハムシ幼虫にも複眼及び第1～7腹節気門の退化第8腹節の鉤刺及び腹部背腹面の匍匐突起状隆起の発達その他に考察すべき問題が多い。

なおスゲハムシ成虫を他属のものとして取扱う研究者もいるが，本種の幼虫は *Donacia* 属の形態を完全に具備しており，特にこれと区別すべき顕著な特徴は見当らず，生態的にも既知のものとの間に明瞭な差異も見られないので，*Donacia* 属におくのが分類学的に妥当でありまた応用的にも便利であると考える

* 北海道空知郡長沼町，種名不詳

文　　献

1) BÖVING, A. G. and F. C. CRAIGHEAD (1931): Entom. Amer. 4, 1 351.
2) 朝鮮勧業模範場 (1919)：同場報告1～3.
3) 福井県農業試験場 (1935)：同場報告20.
4) 桑山覚 (1954)：北農試報告，46，20.
5) JEANNEL, R. (1949): Treite d'Zoology, 8.
6) 松村松年(1915): 大日本害虫全書，後編，122～123.
7) REITTER, E. (1912): Fauna Germanica, Kafer, 4.
8) SNODGRSS, R. E. (1935): Principles of Insect Morphology.
9) 鳥羽源蔵 (1898)：昆虫世界，2，407～411.

Resümee

Donacia simplex FABRICIUS kommt in Europa, Sibirien und Japan vor. In Hokkaido kann man den Käfer an verschiedenen Wasserpfianzen von Mitte Mai bis Anfang Juli beobachten, während ist ursprüngliche Nahrungspflanze seiner Larven von niemand bekannt geworden.

Die Autoren fanden eine Larve des Käfers, die die Wurzel der Reispflanze beschädigt ist, in einem Reisfeld in Zentral-Hokkaido (Kamikawa). Wir vermuten, dass die Reispflanze nicht eigentliche Nahrpflanze der *D. simplex* ist, sondern sie nur gelegentliche, weil der Schade für die Reispflanze bei diesen Schädling sehr selten ist.

Wir zuchten diese Schädlisngslarven im Zuchtzimmer der Hokkaido Landwirtschaftliche Versuchsstationen in Kotoni und Kamikawa, aber der grössten Teil von ihnen starben, und nur einige wurden den Käfer. In dieser Zeit Könnten wir erst den Artnamen des Schädlings feststellt.

Die Gestalt der Larve ist der der bekannten *Donacia*-Arten sehr ähnlich. Länge ist etwa 11 mm, Grundfarbe ist weiss, der Mundteil schwarzbraun, Beine gelblich braun. Körper bedeckt mit zerstreuten bräunlichen kürzer Borsten, die einfach und weiter regelmässig ist, wie die anderen *Chrysomeliden*-Arten. Ein Paar grösser Dorn befindet sich auf dem 8 Tergit.

大豆の生育相の差異がマメシンクイガの被害に及ぼす影響について

松本　蓄*・黒沢　強*

EFFECT OF GROWING HABIT OF SOY BEAN VARIETIES ON THE INJURY CAUSED BY THE SOY BEAN POD BORER, *GRAPHOLITHA GLYCINIVORELLA* MATSUMURA

By Shigeru MATSUMOTO and Tsuyoshi ~~KATRSUMURA~~ KUROSAWA

マメシンクイガによる大豆の被害は開花期または結莢期の早晩によつて著しく左右されることは多くの人によつて明らかにされている。しかし開花期の早晩によつてあらわされているところの大豆の具体的な形質の差異並びにこの形質とマメシンクイガ勢力との関係などについて解析したものは見当らないようである。

筆者らはこの数年来，本種に対する大豆の耐虫性に関する研究を行い，孵化幼虫の莢内潜入期における大豆各品種の莢量と潜入幼虫数，被害量との間の関係について明らかにした。本報文はこれらの結果に引き続き，孵化幼虫の莢内潜入期における各種の莢の伸長程度の差異がどのような過程を経て被害粒率に影響するかを明らかにしたものである。

本文に入るに先だち，常にご指導を賜わつている当場桑山覚博士，桜井清技官，種々ご教示下さつた尾崎薫技官に厚くお礼申し上げる。

結　　果

1. 結莢期と被害粒率の関係（特に裸品種について）

当場虫害第1研究室で長年行つている「マメシンクイガによる大豆被害の品種間差異に関する調査」のうちから比較的裸品種を多く用いた年次を8カ年選んで検討を加えた。試験年次及び供試品種は第1表のとおりである。

結莢期と被害粒率の関係は，第1図のごとくである。有毛茸品種のみについて見ると，極早生種に属する「吉岡中粒」を除く他の品種では，いずれの年も，結莢期の早いものは被害粒率高く，結莢期のおくれるにつれ被害粒率が小となる傾向を示し，両者間の相関係数は第2表のごとく，−0.85〜−0.97という非常に高い値を示した。次に裸品種の被害粒率を結莢期に対応してながめると，それは必ずしも低いとは限らない。1944，1946及び1949の3カ年は完全に有毛茸品種の系列のうちに入り，結莢期のおくれるにつれて被害粒率も低くなつている。有毛茸品種間の回帰直線の95%信頼限界より外れた年は1936，1943及び1948の3カ年で，いずれも有毛茸品種より低くなつている。1935，1942の両年は1部品種が有毛茸品種の系列よりはずれている。このような現象は年次によつて供試した裸品種の種類が異つたためではなく，同じ品種を用いても年次によつて異なつた結果を示しているということは第1表を見れば明らかである。例えば1948年の5品種，1949年の6品種の裸品種のうち，4品種は共通である。しかし，1948年は有毛茸品種の系列よりはずれ，1949年は系列のうちに入つている。

このように結莢期と被害粒率の関係からみて，裸品種が有毛茸品種と同じ性質を示すことがあるということは，今まであまり注目されなかつたことであるが，裸品種が何らかの本質的な耐虫性を持つているとしても，これは年により（外的条件の変化ともいえる）変動され易い性質または蔽われ易い性質のものであるということができよう。

2. 孵化幼虫の莢内潜入期における各品種の莢の伸長程度と被害粒率との関係

＊　病理昆虫部　虫害第1研究室

第1表　供試品種及び年次

品種名＼試験年次	1935 昭10	1936 昭11	1942 昭17	1943 昭18	1944 昭19	1946 昭21	1948 昭23	1949 昭24
1吉岡中粒	○	○	○	○	○			
2中生黒大粒	[illegible]	[illegible]					[illegible]	
3大谷地	○	○	○	○	○			
4蘭越	○	○	○	○	○	○	○	
5甘露	○	○	○	○	○			
6赤莢	○	○	○	○	○		○	
7ビツクリ大豆	○	○	○	○	○	○		
8中生光黒		○	○	○	○		○	○
9白小粒		○	○	○				
10四粒黄			○	○				
11大谷地(十支)			○	○				
12霜不知1号				○				
13秋田大豆				○				
14鞍掛大豆			○	○				
15石狩白1号			○	○		○	○	○
16銀大豆			○	○		○	○	
17水潜			○	○				
18三石大豆			○	○				
19奥原1号						○	○	○
20青大豆						○	○	
21赤莢1号						○	○	○
22大谷地3号							○	○
23鶴の子							○	○
24石狩白							○	○
25丸小粒							○	
26千成1号								○
27玉造1号								○
28裸本育4925	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]				[illegible]
29裸本育3392	○	○	○	○	○	○		
30十育25(白)	○	○	○	○		○		
31十育25(紫)	○							
32大粒裸		○	○	○		○	○	○
33早生裸本育64		○	○	○	○		○	○
34裸本育4929		○	○	○				○
35長葉裸						○	○	
36長葉裸1号							○	○
37白花大粒裸								○

〔備考〕 1～27は有毛茸品種，28～37は裸品種。

(1) 被害粒率と被害莢率との関係　1952～1955年に当農業試験場の圃場で行つた試験では被害莢率と被害粒率の間に非常に高い正の相関が認められた。1954，1955両年の被害莢率及び被害粒率並びに両者間の相関々係を示すと第3～5表のとおりである。なお被害莢とは幼虫の潜入痕のある莢をいい，成熟期に調査を行つた。

第2表　有毛茸品種間の結莢期と被害粒率との相関々係

年次	相関係数	回帰方程式
1935	−0.852*	Y=49.9−1.0(×−31.2)
1936	−0.890**	Y=64.5−1.6(×−23.0)
1942	−0.883**	Y=46.9−2.1(×−37.5)
1943	−0.958**	Y=53.9−3.0(×−25.4)
1944	−0.931**	Y=49.0−2.3(×−28.3)
1946	−0.838**	Y=29.7−2.4(×−24.1)
1948	−0.971**	Y=23.3−1.9(×−22.9)
1949	−0.911**	Y=36.8−3.4(×−20.8)

第3表　被害莢率及び被害粒率　(1954年)

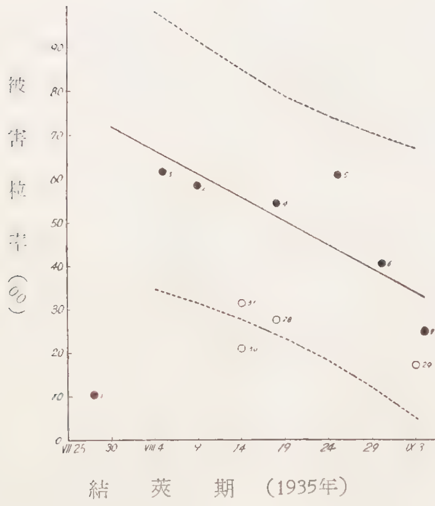
品種	被害莢率	被害粒率
1 奥原大豆	78.2%	63.6%
2 吉岡大粒	83.9	71.3
3 十勝長葉	54.4	27.3
4 中生光黒	64.1	42.8
5 晩生光黒	58.5	45.4
6 鶴の子	49.2	23.6
7 早生黒千石	37.0	28.2
8 早生裸	39.6	26.9
9 中生裸	32.4	22.2
10 十勝裸	29.7	22.8
11 長葉裸1号	40.5	20.2
12 大粒裸	58.6	46.4
13 白花大粒裸	55.1	41.0
14 新得	35.3	21.6
15 関谷	37.1	24.7

〔註〕 1～7は有毛茸品種，8～15は裸品種。

以上のことから被害粒率の品種間差異は被害莢率の品種間差異に基くとすることが出来よう。

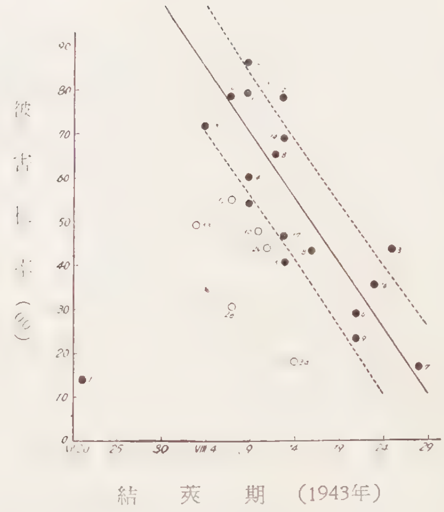
(2) 潜入期被害莢率と成熟期被害莢率との関係

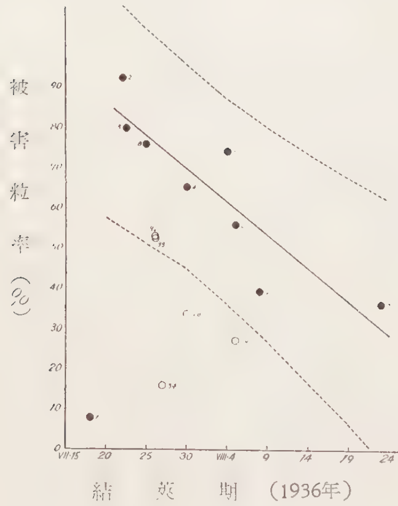
被害莢とは，その莢の中の子実の食害の有無を問わず，1痕でも潜入痕のある莢をいつているのであるから，孵化幼虫の潜入を受けた莢としからざる莢との割合によつて被害莢率が決められることになる。一般的に孵化幼虫の潜入は8月後半から9月前半の間に行われるが，孵化幼虫の

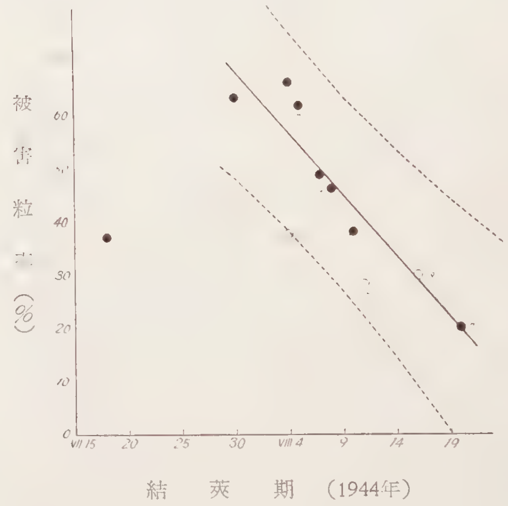

被害粒率(%)
結　莢　期 (1935年)

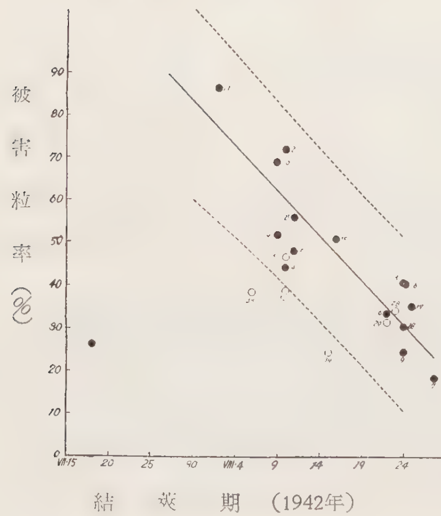
● 有毛茸品種

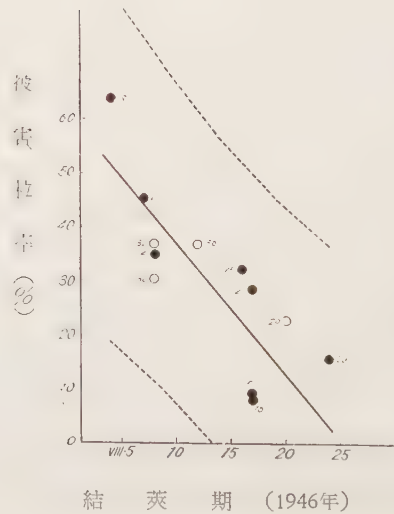
裸品種

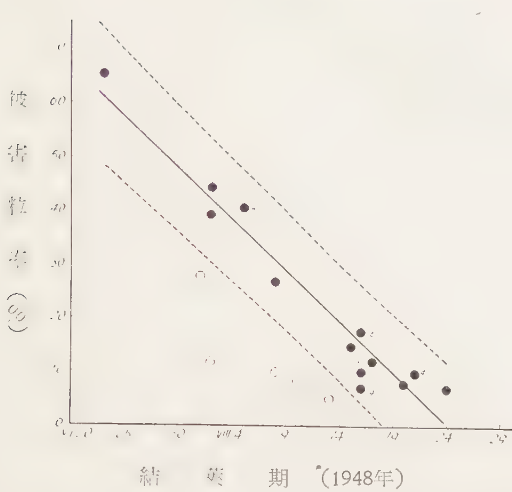

被害粒率(%)
結　莢　期 (1943年)

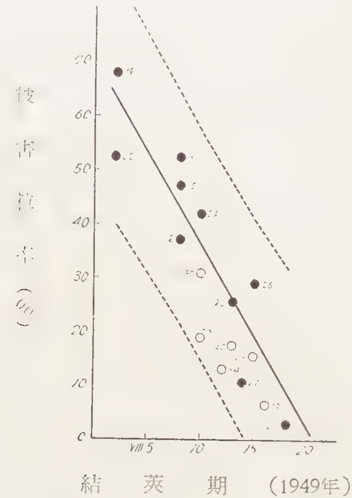

被害粒率(%)
結　莢　期 (1936年)


被害粒率(%)
結　莢　期 (1944年)


被害粒率(%)
結　莢　期 (1942年)


被害粒率(%)
結　莢　期 (1946年)





第 1 図　結莢期と被害粒率との關係

増加につれて被害莢率も増加し，潜入が終つた時に被害莢率は決定されるわけである。1954年には潜入期に数回潜入痕調査を行つたが，9月5日（産卵最盛期に当つた）10日及び15日の被害莢率を示すと第6表のとおりで，次第に被害莢率が増加している。

第 4 表　被害莢率及び被害粒率　（1955年）

品種	被害莢率	被害粒率
2 早生黒千石	8.3%	8.7%
3 中生黒大粒	32.1	32.9
4 白鶴の子	18.4	16.1
5 十勝長葉	11.5	10.1
6 黄宝珠	35.6	37.7
7 蘭越1号	19.1	20.7
8 銀大豆	14.0	14.3
9 吉岡大粒	26.9	28.7
10 Hawkeey	11.9	11.9
11 奥原大豆	20.4	19.6
12 Lincoln	19.5	17.8
13 晩生光黒	27.6	25.1
14 紫花1号	26.0	23.5
15 黒莢	6.0	5.3
16 中生裸	7.2	6.6
17 Harosoy	29.2	25.7
18 十勝裸	8.5	8.2
19 大粒裸	19.0	17.7
20 赤莢1号	18.1	18.0
21 大谷地2号	25.7	26.1
22 丸小粒	9.8	10.9
23 白花大粒裸	18.4	18.8
24 小金黄1号	16.7	17.5
25 早生裸	15.0	15.4
26 中生光黒	22.1	23.3

〔註〕 16，18，19，23，25は裸品種。

第 5 表　被害莢率と被害粒率との相関々係

年次	相関係数
1954	＋0.900**
1955	＋0.984**

第 6 表　中間調査時の被害莢率（1954年）

品種＼項目	被害莢率		
	IX・5	IX・10	IX・15
1 奥原大豆	11.7%	29.2%	51.6%
2 吉岡大粒	9.9	32.9	46.1
3 十勝長葉	3.0	16.2	30.9
4 中生光黒	10.2	23.9	37.0
5 晩生光黒	2.6	19.1	34.3
6 鶴の子	2.6	11.3	20.4
7 早生黒千石	0	6.2	14.5
8 早生裸	2.4	5.3	18.1
9 中生裸	1.5	9.7	17.8
10 十勝裸	3.8	8.3	15.9
11 長葉裸1号	5.0	9.6	25.8
12 大粒裸	3.6	21.0	38.2
13 白花大粒裸	3.4	14.6	33.1
14 新得	3.1	11.7	20.2
15 関谷	7.7	14.4	16.3

〔註〕 調査本数は1區5本，3區平均値を示す。

次にこれら各時期の被害莢率と成熟期調査のときの被害莢率との相関をみると第7表のごとく，いずれもきわめて有意な正の相関が認められ，時期のおそいものほど常に高

第 7 表　潜入各期と成熟期の被害莢率の相関

項目	相関係数
9月5日	＋0.720**
9月10日	＋0.977**
9月15日	＋0.997**

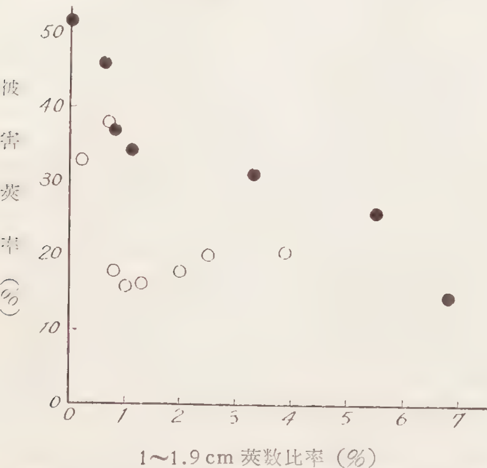
い相関係数を示している。この年の8月31日の潜入痕数は15品種，225本，10,527莢につき30にすぎず，9月5日が

潜入の初期というべき時期であるが，9月10日には既に潜入を受ける莢とそうでない莢との関係が大体においてきまつているということができよう。

(3) 潜入期の莢長別莢数比率と被害莢率または被害粒率との関係

前記の潜入数調査では，莢長1.9cmまでの莢には各品種ともほとんど潜入が認められない。そこでこのような小莢の比率と被害莢率または被害粒率の関係を検討すると次のとおりである。

1954年の実験　各品種の1.9cmまでの莢の莢数100分率と被害莢率との関係を莢長調査時期別にみると第2図，第8表のごとく全品種間では相関が認められないが，有毛茸7品種間では負の相関が存在し，9月10日及び15日では



第 2 図　1〜1.9cm莢数比率と被害莢率との關係（IX・15，1954）

第 8 表　潜入各期の 1〜1.9cmの莢数100分率とその時の被害莢率との相関（有毛茸7品種）

日　　日	相関係数
IX・5	−0.757*
10	−0.939**
15	−0.927**

非常に高い値を示した。そこで有毛茸品種の同上莢数100分率と被害粒率との相関をみると第9表のごとく，有意な相関々係があることが認められた。

第 9 表　潜入各期の 1〜1.9cm莢数100分率と被害粒率との相関（有毛茸7品種）

月　　日	相関係数
IX．5	−0.769*
10	−0.804*
15	−0.842*

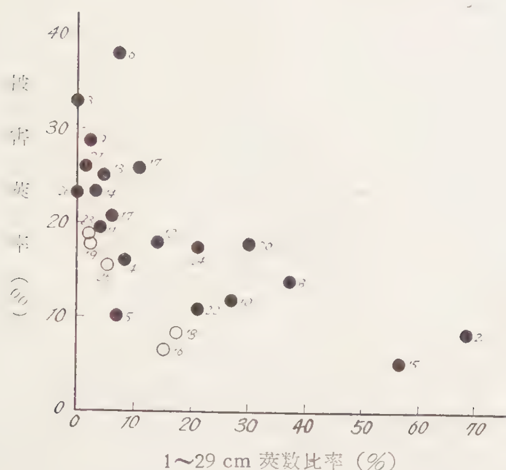
第 10 表　莢長別莢数100分率（1955年）

品種 ＼ 莢長別(cm) ＼ 月日	VIII．31		IX．6		IX．12	
	1〜1.9	2〜2.9	1〜1.9	2〜2.9	1〜1.9	2〜2.9
2早生黒千石	16.8	62.0	20.4	47.3	13.5	57.7
3中生黒大粒	0	0	0	0.8	0	0.7
4白鶴の子	2.1	6.4	2.8	2.1	1.9	5.6
5十勝長葉	2.6	4.6	1.7	3.8	0	4.6
6黄宝珠	1.1	5.3	1.2	4.6	1.2	3.8
7蘭越1号	1.0	4.8	0.7	5.5	0.4	5.2
8銀大豆	14.8	22.5	8.4	23.9	10.8	10.8
9吉岡[illegible]	0.7	1.4	0	1.3	0.7	1.4
10 Hawkeye	8.8	18.0	4.0	12.3	6.9	15.4
11[illegible]1号	0.6	3.2	0.7	1.4	0	5.1
12Lincoln	4.3	9.4	6.1	15.2	3.6	5.8
13晩[illegible]	1.1	3.3	0	3.6	3.3	2.2
14紫花1号	0.4	2.8	0.5	1.5	0.5	2.7
15[illegible]	15.8	40.8	15.8	15.6	12.0	18.2
16中生裸	0.6	14.1	2.6	10.2	0.4	9.0
17Harosoy	2.0	8.7	0.4	5.6	1.1	5.9
18十勝[illegible]	0.5	17.1	6.6	16.2	0.8	12.6
19大[illegible]	0	2.3	0	6.2	0.6	9.2
20赤莢1号	3.1	27.0	2.6	16.4	2.4	23.1
21大[illegible]2号	0	1.4	0	2.9	1.3	1.3
22丸小粒	0.5	20.1	0.7	16.6	1.3	14.4
23白花大粒裸	0	1.9	3.5	5.3	1.9	5.1
24小金黄1号	6.5	14.7	0.7	7.1	0.9	5.3
25早生裸	0	5.3	0	3.6	0	2.1
26中生光黒	0	0	0	2.9	0	0.6

1955年の実験　産卵最盛期は8月25日〜31日の間であり，8月31日より9月19日の間に4回莢長調査を行つた。このうち，前3回の1〜1.9cm及び2〜2.9cmの莢の莢数100分率を示すと第10表のとおりである。この年は潜入数調査を行なわなかつたが，前年の結果に基き，各時期の1〜

第 11 表　潜入各期の 1〜1.9cm及び 1〜2.9cmの莢数100分率と被害粒率との相関

要因		相関係数 全品種	相関係数 有毛茸品種
VIII・31	1〜1.9cm莢数100分率	−0.478*	−0.659**
IX・6	〃	−0.598**	−0.603**
IX・12	〃	0.437*	0.597**
VIII・31	1〜2.9cm莢数100分率	−0.603**	−0.793**
IX・6	〃	−0.572**	−0.619
IX・12	〃	0.536	



第３図　１〜2.9cm莢数比率と被害粒率の關係（Ⅷ・31，1955）

1.9cm及び1〜2.9cmの莢の莢数100分率と被害粒率の関係をみると第11表，第３図のごとく，全品種についてどの項目とも有意の相関が認められたが，1〜2.9cm 莢数100分率との相関がより高い傾向を示している。この年は１〜1.9cmの莢の莢数100分率が０を示した品種が8月31日で６品種もあり，品種間の若小莢の割合の差異を現わすにはこの莢数比率は適切でなく，１〜2.9cmの莢数比率の方がより適切であつたためと考えられよう。また全品種で有意な相関が認められるといつても，相当のばらつきを示しておる。裸品種を除くと更に高い相関を示したが，裸品種が有毛茸品種と別な系列に入ると見なされない。

1956年の実験　供試13品種のうち７品種について９月２日より同月20日の間に４回にわたり莢長調査を行つた。８月26日が産卵最盛期，９月２日が潜入初期に当つていた。各調査期の 1.0〜1.9cm 及び 2.0〜2.9cm の莢の莢数100分率は第12表のごとく，これらの莢長別莢数100分率と被害粒率の相関は第13表，第４図のとおりである。即ち，

第 12 表　莢長別莢数 100 分率及び被害粒率（1596年）

品種 ＼ 時期別・莢長別	IX・2		IX・6		IX・11		IX・15		被害粒率
	1〜1.9	2〜2.9	1〜1.9	2〜2.9	1〜1.9	2〜2.9	1〜1.9	2〜2.9	
1　吉岡大粒	0	3.1	0.6	1.8	0	0.7	0.6	3.1	30.1
2　大谷地2号	7.4	13.2	3.8	8.6	3.4	11.8	1.4	8.2	27.4
3　中生光黒	8.1	1.6	11.6	2.7	5.6	1.9	0	1.2	18.2
4　十勝長葉	19.0	9.8	15.8	14.2	9.9	8.2	5.5	13.8	10.0
5　晩生光黒	11.8	22.1	14.3	16.3	9.8	13.1	6.4	4.3	9.1
6　十勝裸	20.6	13.4	20.7	15.2	0.8	5.6	0.5	3.6	8.0
7　中生裸	20.8	26.8	15.4	12.0	5.2	9.4	0	3.6	8.7

〔註〕各品種につき中間調査には５本，被害調査には20本を用いた。

第13表　潜入各期の莢長別莢数100分率と被害粒率との相関（1956）

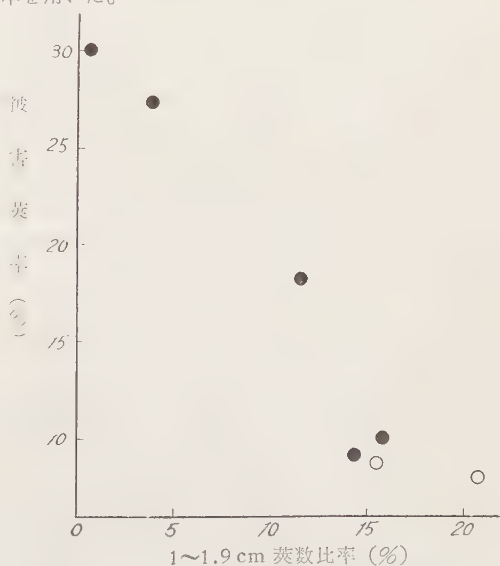
月日 ＼ 莢長別	1.0〜1.9cm莢数%	1.0〜2.9cm莢数%
IX・2	− 0.901**	− 0.817*
6	− 0.971**	− 0.956**
11	none	none
15	none	none

９月２日及び６日の１〜1.9cm または１〜2.9cmの莢の莢数100分率と非常に高い相関を示した。

以上３カ年の結果より，孵化幼虫の莢内潜入期の各品種の 1.9cm または 2.9cm まで小莢の比率と被害粒率の間に密接な関係が存在することを認めた。

考　　察

結莢期の早晩が莢長別莢数比率の相違となり，これが



第４図　１〜1.9cm 莢数比率と被害粒率との關係（IX・6，1956）

被害粒率に影響することは吉野・尾崎（1952）も述べている。

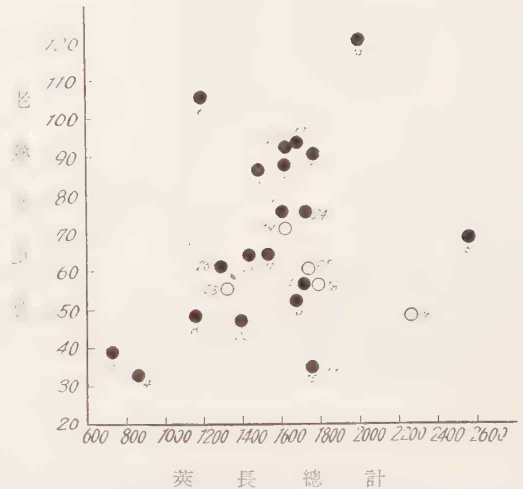
1954年には 1.9cm までの莢の莢数100分率が被害粒率と深い相関を示し，2.9cm までの莢の莢数100分率は相関を示さなかつたが，1955年では 1.9cm までの莢よりも2.9cmまでの莢の莢数100分率がより密接な関係を示し，1956 年は 1.9cmの莢数100分率がやや高い傾向を示すなど，莢長の絶対値では結果が一致していないようであるが，いずれも小莢の比率の品種間差異の指標であるから，更に適切な表示法を用うれば同じ結果となるものと考える。

莢長別莢数比率の差異が被害粒率に影響する機作について特に述べられたものはないが岡田・尾池（1939）は結莢期の早い品種は大形の莢が多く，従つて産卵が多くなり被害も大となるとして，産卵数と被害とを直結して考えているようである。この点に関する筆者らの考えは次のごときものである

1.9cmまたは 2.9cmまでという小莢の比率によつて被害粒率の品種間差異が現わされるためには，これら以外の莢では各品種とも被害が同じでなければならないことになる。筆者ら（1954，1957）はさきに各品種の潜入痕数は潜入期の莢長総計と正の相関々係があるが，年によつては裸品種の潜入痕数は莢長総計に比して少ないことが生ずるために，裸品種を含めると相関が認められないことがあることを明らかにした。また各品種についてみると，潜入期の2cm 未満の小莢には潜入が認められなかつたが，これらの小莢の莢長合計は全莢長総計の僅少な部分を占めるに過ぎない。従つて，莢長総計と潜入痕数の相関をみる場合には莢長総計のうちにこれら小莢の莢長を除いても，あるいは加えても相関にほとんど影響しないものである。従つて品種間で潜入時の莢長総計と潜入痕数と正の相関があるときは，2cm 以上の莢について各品種同様の被害莢率あるいは被害粒率を示しているといえよう。1954年は莢長総計と潜入痕数の相関が有毛茸品種間にのみ認められ，裸品種は何らかの理由により莢長総計に比して潜入痕数の少ない年であつた。その結果，2cm以上の莢における被害が有毛茸品種よりも低くなり，同じ 2cm 未満の莢の莢数比率であつても有毛茸品種より低い被害粒率を示したといい得る。

1955年は潜入痕調査を行わなかつたが，例年潜入痕数と老熟幼虫数との間に非常に高い相関があることから，老熟幼虫数と潜入期の莢長総計との関係をみたが，第5図のごとく，全品種間では相関が認められなかつた。

この原因については別に検討しなければならないが，1953年1954年並びに後述の1956年と同様に正の相関が成り立つ品種群があるものとすると，この群よりはずれた品種として「十勝長葉」，「黄宝珠」，「黒莢」，「中生裸」，「十勝裸」が挙げられる。第3図の8月31日の3cmまでの莢の莢数比率と被害粒率の関係をみても，これらの品種が相関群のはずれに位置している。これらの品種を除くと莢長総計と老熟幼虫数の相関は $r=+0.721^{**}$ となり，3cm未満の莢の莢数比率と被害粒率との相関は $r=-0.700^{**}$となり，潜入期の莢長総計と老熟幼虫数との関係が莢数比率と被害粒率との関係の基となつていることがうかがえる。



第 5 図　潜入期莢長総計と老熟幼虫数との關係（1955）

結莢期と被害粒率の関係において，8カ年のうち3カ年は裸品種は有毛茸品種と同じ相関群に入り，3カ年は有毛茸品種より低くなり2カ年は中間に位している。結莢期と被害粒率の相関が裸品種を含めて成り立つ年は，潜入痕数と莢長総計との相関が裸品種を含めた全品種で認められ従つて前記莢長別莢数比率と被害粒率との相関が全品種間で認められる年であり，結莢期と被害率との相関が有毛茸品種のみで認められる年は潜入痕数と莢長総計の相関群に裸品種が除外された場合であろう。

同一開花期のものでも被害粒率に相当の差のある場合のあることは桑原（1950）も指摘しているが，これについては吉野・尾崎（1952）の実験が明らかにしたごとく，開花期間が異るために小莢の莢数比率が異り，これが被害粒率に影響した場合が大部分であると考える。津田（1936）も開花期間の長短を品種の特性として注意しているが，開花期の早晩を考慮せずに開花期間の長短のみを要因として取り上げたために判然とした結果が得られなかつたのであろう。

被害粒率の品種間差異に関与する要因は他にも多くあり，それらが相重なつて現実の品種間差異を生じているのであろうから，孵化幼虫の莢内潜入期における大豆品種の生育状態の差異という要因のみを強調するものではないがこれを無視して他の要因を単独にとりあげても，その要因

の被害に対する本当の意味を明らかにすることは困難であろう。

摘　　要

1. 調査に供した8カ年のうち，3カ年は結莢期と被害粒率との間の負の相関が裸品種を含めた全供試品種間で認められ，3カ年は有毛茸品種の間にのみ認められ，裸品種は結莢期に比して低い被害粒率を示し，2カ年は一部裸品種と有毛茸品種の間で認められた。

2. このような結莢期と被害粒率の関係からみて，裸品種が有毛茸品種と同じ性質を示す年があるということは裸品種が何らかの本質的な耐虫性を持つているとしても，そは年により（外的条件により）変動し易い性質，または蔽われ易い性質のものであるということが出来よう。

3. 被害粒率は被害莢率と高い相関を有し，被害莢率は潜入期の被害莢率と高い相関を有する。従つて被害粒率は潜入期に決定され，その時の潜入されない莢の比率と密接な関係があるということが出来る。但し被害莢とは潜入痕のある莢をいう。

4. 潜入期の調査によると，各品種とも2cmまでの長さの莢には潜入痕が認められなかつた。潜入期の莢長総計と潜入痕数の間に正の相関が認められる品種間では2または3cmの小莢の比率と被害粒率の間に負の相関が認められた。有毛茸品種では上記の関係が常に成り立つたが，裸品種では潜入痕数が莢長総計に比して小であるために認められない年があつた。

5. 結莢期の早晩は莢長別莢数比率の相違として現われ，上述のごとき過程を経て被害粒率に関係してくる。

参　考　文　献

1. 桑原武司（1950）：大豆莢蠹虫の被害と品種との関係〔北海道大豆協会大豆増産資料，第2輯〕
2. Kuwayama, S. (1928)：Notes on *Laspeyresia glycinirorella* Matsumura, the Soy Bean Pod Borer.〔Jour. Coll. Agr. Hokkaido Jmp. Univ., XIX（5）：261〜282〕
3. 松本蕃・黒沢強（1954）：マメシンクイガによる大豆被害粒数の品種間差異について，〔北農試彙報，第67号，18〜27〕
4. 　　・　　（1956）：マメシンクイガに対する大豆裸品種の耐虫性について．〔北農研究抄報，第3号67〜68〕
5. ――・――（1957）：マメシンクイガ幼虫の大豆莢内潜入につい．〔て北農試彙報，第73号，119〜126〕
6. 岡田一次・尾池一清（1939）：ダイヅシンクイガ防除上より見たる大豆播種期の問題（予報）．〔満洲農学会誌，1（3）；181〜185〕
7. 岡田一次（1948）：ダイヅシンクイガに関する研究〔寒地農学，2（3）：1〜47〕
8. 津田守誠（1936）：大豆虫喰豆の研究〔満鉄農試研究時報，第16号，1〜47〕
9. 吉野至徳・尾崎薫（1952）：昭和26年度大豆に関する試験成績について，〔北海道農試，1〜21（謄写刷）〕

Résumé

This investigation was made to clarify the relation between the process of growth of soy bean varieties and the varietal differences of the percentage seeds infested by the soy bean pod borer.

The results obtained are summarized in the followings:

1. In experiments for eight years, there was highly negative correlation between the pod formation period and the percentage of infested seeds among all varieties tested including glabrous varieties in three years; the correlation was recognized only among pubescent varieties while glabrous varieties were less infested irrespective of their pod formation period in another three years.

In the remaining two years, correlation was recognized among pubescent varieties and a part of glabrous varieties.

2. Judging from these results, it seems to be suggested that the so-called resistance among glabrous varieties is easily affected by years or by external conditions.

3. There was highly positive correlation between the percentage of infested pods and that of infested seeds; the percentage of infested pods (at maturing period) was correlated with that of infested pods at boring period.

Consequently, it can be said that the percentage of infested seeds was determined during boring period.

4. In the survey during boring period, no entrance hole was recognized in pods of length less than 2 cm. among all varieties examined.

5. Negative correlation was found between the percentage of small pods of length within 2 or 3 cm. and that of infestd seeds among the varieties in which positive correlation was recognized between the total pod-length at boring period and the number of entrance holes.

6. This correlation was always recognized among pubescent varieties, but glabrous varieties were out of correlation when the number of entrance holes was small for their total pod length at boring period.

7. It seems that the difference of pod formation period among soy bean varieties results in the difference of percentage of small pods at boring period and it correlates with the percentage of infested seeds after the above-mentioned process.

畑地の作付配分と輪作

―豆作と牧草作の関係を中心に―

新 藤 政 治*

THE RELATIONSHIP OF LAND USE AND CROP ROTATION

—A STUDY AT TWO VILLAGES IN TOKACHI DISTRICT, HOKKAIDO—

By Seiji SHINDO

1. 問題のありか

1―1 北海道における“輪作”の問題

明治初頭，開拓使の設置とともに始まつた北海道の開拓は一つの特質として水田と結びつかない畑作，本当の意味での畑作経営を生んだ。劣つた気象条件，広く分布する低位生産土壌，旧来のわが国農業になかつた畑作技術，こうした条件の下に開拓は進み，畑作農業は展開した。しかしそれは必ずしも順調な上昇線をたどつたのではない。畑作生産を営む多くの農家は窮迫的な商品生産をよぎなくされ，自然条件と技術の発展段階に見合つた地力維持の方式がとり入れられることもなく日本経済の循環と昇降にふりまわされてきたのが現実である。水田を主としたわが国農業技術の著しい進歩にもかかわらず，北海道の畑地の生産力はいつこうに上昇していないのである

「地力を一応土地生産力と密接なものと規定し，明治以來の反收の趨勢をみると――イネとジヤガイモを除いて他の畑作物はすべて減少している。ことにムギ類やマメ類は昭和初年に比べて現在20～40%も減つている」(千葉燎郎：地力はなぜ落ちたか，どう引きあげるか，農業朝日７～９）

輪作の必要を説く声はこのような背景の上に起つた。輪作を導入した時期をみると，第一次大戦後の大正６～10年ころからふえ，昭和６～10年の農業危機後にさらに多くなつていることもこうした事実を裏書きしている。また北海道の試験機関で採りあげた輪作に関する試験を年次的にみても，明治40年頃から姿をみせ，農業の危機を経るたびに数多くなり，かつ対象をひろげているのを知る

輪作を必要とするもう一つの理由は，より短期的な面からである。「北海道の畑作は一毛作が主で土地利用率が低く，しかも畑作の行われるのは，主として重粘地，酸性土壌地，泥炭地，火山灰地など，いわゆる特殊土壌が多いので，概して生産力が劣り，作物の生育期間も短いため，反当収量が少ないから，自ら耕作面積が広く，従つて肥料労力を多投して自由に作付するよりも，それぞれの作物のもつ特性を利用して，作付の順序を規定し，労肥の節約を図る方が有利である。土地生産力が劣り，経営面積が広いので地力の維持増進と労力の配分を調整することが最も重要な課題であり，」輪作が必要であるとの島内の記述[1]はこの面から問題のありかをついているものである

輪作という言葉については良々の考え方や定義がなされている。今ここではそうしたことには触れないが，多くの場合特定の「作付方式」を指し，さらにその作付方式にいくつかの望ましい条件を附与していることもある。北海道でも「輪作」という言葉は同じように巾をもつて使われているが，背後にいくばくかの望ましさを含んでいわれていることが多いように思われる。

ところで事実は，多くの人によつて機会あるごとにすすめられていたもかかわらず，ほとんど行われていない。沼辺が行つた調査[2]によれば全道で“輪作を行つている”のは22.1%であり，また千葉による十勝のM町の結果では28戸中５戸（18%）にすぎない。残る大部分の農家は規則的な作付交替をしていない。もちろんある作物の連作もいくぶんかは行われるであろう。ともかく一般的には輪作しているとはいえない多くの畑作農家があり，その内容は多岐にわたつている事実を認めなくてはならない。輪作をすすめる場合，規則的なあるいは望ましい作付交替を実行させる前に，これら農家の作付順序の実態やその分析をすることもまた大切である。

* 農業経営部　経営第１研究室

1—2　この研究の目的ととり上げ方

規則的な作付交替をしていない農家が大部分であるという事実に立ち，その実態をミクロの段階に下つて，個々の経営においてみていこうとしたのがこの研究の第一の視点である。場所としては，代表的な畑作地帯である十勝地方をとり，二つの部落を選定した。平野の中心帯広市に接する大正村とやや西によつた十勝川中流に位する清水町が選んだ部落のある町村である。

大正村は昭和32年4月1日帯広市に合併された。また清水町は昭和31年に御影村を合併した。しかし以後の叙述では調査時の範囲での両町村を対象としている。

作付順序と切離して考えられないのは土地利用（作付配分）*である。両者は相互規制の関係にあり，それゆえに，作付順序の方式ないしは実態は作付配分，結局は経営全体の観点からみなくては解けないのである。以下の叙述にあたつても，作付配分と作付順序とは密接であり，ある場合には同じ事実の異つた側面にすぎないとみなしている。規則的に交替されていないので，ある仮定は必要とされるが本質には変りなく，考え方の上での重要さは減るものではない。

* 土地利用と作付配分とは同じではない。しかしこの調査では後で述べるように耕地以外の土地が少ないことから両者はほぼ一致し，従つてここでは同じ意味に用いている。

最後の章で若干の分析をするときに貫かれている糸はこの地方の圧倒的な商品作物である豆作と牧草作との関係である。両者は作付順序においては5年間に入る頻度として捉えられる。また作付配分がどうであるかが検討される。しかも比率と頻度とは最終的には結びついていると考える。後に明らかにするが，調査農家では牧草類はほとんどすべてを乳牛の飼料に用いる。一方デントーン以外の耕種生産物や放牧，採草地から粗飼料を求めることは少ない。いいかえれば牧草作は乳牛飼養と必然的に結びついており，厩肥として耕地に還元される点において経営における肥料経済を合理化するのに役立つ。さらに作付順序中に牧草作が入ることは，牧草作のもつ直接的な地力維持あるいは増進の成果を期待しうる。この二つの面からして，豆類偏作の農業に牧草作が入ることは地力の低下を防ぎ，さらに生産力を発展せしめるであろう。豆作と牧草作の対比をもつて“貫く糸”としたのはこうした理由によるものであり，これの実証なども意図しているのである。

2.　調査地の位置ずけ

2—1　十勝の農業

この研究における問題は北海道の畑作に共通しているけれども，ここではその対象を北海道の畑作中心である十勝の農業に限定した。そして十勝農業に集約的，具体的に表われている事実をもつて副題としている。

このようにして対象となつた十勝の農業は，北海道の他の地域と比べて経営的には次のような特質をもつている。[3)4)] i）経営面積は1戸当り16.05町で全道平均の2.3倍耕地面積も6.88町歩で本道で最も大きい。ii）耕地面積階層別にみると5〜10町層が最も多く，しかも専業率84.0％と著しく高い。iii）しかし農業労働では常雇などが多いとはいえ，家族農業従事者数は他地方並であり，従つて反当人員にすればかなり小さな値となる。一方労働手段も原動機をはじめ一層粗放的である。ただ過燐酸石灰・硫酸加里が全道中で最も多く施されているのみである。 iv)馬は1戸当3.14頭，牛は2.16頭で全道の各1.84頭，2.35頭に比べ，馬は飼育戸数割合とともに高く，牛は増加の傾向にあるとはいえ下廻つている。 v）こうした条件の下に耕地の50％近くに豆類，ことに菜豆が作付けられ，エンバクなどの「その他雑穀」，飼肥料作物などがこれに次ぎ，いずれも本道の畑作生産物中に枢要な地位を占めている。しかし反当収量は豆類を除いては低く，単位土地当りの収益も低い。vi）けれども耕地面積が広いために1戸当り現金農業粗収入は昭和27年をとれば豆類の好況などに幸されてもいるが，全道の12万円に対し46万円—このうち95％内外が農産物による—となつている。経済余剰は必ずしも多くないが，反面比較的高い消費支出と，低い農外収入とに裏付けられている。vii）しかしみかけは悪くない農家経済も，収入の中核である豆類が激しい生産，価格変化にさらされていること畑作技術全般の進歩がみられず，資本蓄積も行われにくいことを思い合わせれば，十勝の農業は発展的であるとはいいきれない。いかにして豆類に偏した不安定粗放経営から脱して発展していくかが十勝農業に課せられた問題なのである。

2—2　農業地帯の区分と調査地

前節では十勝の農業を一括して述べて来たが，広い地域にまたがつているので，内部をみるとかなりの相違がある。内在する性格をきわめ，取扱いを便利にするには，何らかの指標を用いて幾つかの地帯に区分するのが望ましい。「十勝農業実態調査報告書」では5つの指標—①土壌統　②生産構成　③土地の利用度　④家畜の利用と飼料の作付度　⑤生産額，反収指数—を用いて町村単位に地帯を設けている。2—1図がそれである。各地帯はそれぞれ特徴をもつているが，ここでは調査町村の属する中央地区の西部地帯のみを利用すると次のようである。[5)]「この地区の大部分は段丘地帯に属し，河川の流域には沖積地および泥炭地を主体とする平坦地が分布している。土壌については

沖積地では地味が肥沃である一方，段丘地帯は「火山灰土によつて覆われ軽鬆にして地味が瘠薄である。」農業は「いわゆる“十勝農業の中心地”という名にふさわしい形態を示している。」「穀菽経営が主体となり1戸当農産額も高いがこれは1戸当耕地面積の大なること，地味比較的肥沃なること，また市場条件にも比較的恵まれている事等によるものである。」しかし「半面飼肥料作物の作付が少」なく「牧野等附帯地も少な」いので「[illegible]牛の飼養農家[illegible]も小さく，飼養農家戸当頭数も2頭に満たない現状である」。

この中央地区西部地帯に属する大正村，清水町から各一部落を選んでこの研究の対象とした。わずか二部落十数戸のみをもつて十勝の農業を代表させるのはいささか無謀ではある。けれども上に述べる特質を理解しつつさらに各々の町村，部落のもつ特異性を加えることによつて，代表の有意さと限界を知ることが出来よう。幾つかの数値を示そう（2－1表）

2－1表　　調査地の主な指標

	① 土地利用			② [illegible]戸数		③ 大家畜飼養率				
	農用地率	1戸当面積 農用地	1戸当面積 耕地	専業率	耕地広狭農家所得最多階層	牛飼養率	馬飼養率	牛飼養農家1戸当頭数	馬飼養[illegible]家1戸当頭数	[illegible]1戸当牛飼養頭数
	%	町	町	%	町	%	%	頭	頭	頭
大正村 (1)	62.4	12.5	10.78	89.0	10～	18.0	89.4	1.8	2.8	0.3
清水町 (2)	44.2	9.9	8.13	93.4	5～10	28.5	93.2	2.1	2.2	0.6
中央地区西部地帯平均(3)	38.9	11.8	9.38	90.2	10～	16.2	92.3	1.9	2.5	0.3
中央地区平均 (4)	35.9	11.6	8.02	88.0	5～10	15.1	90.8	2.0	2.8	0.3
十勝平均 (5)	24.2	11.8	7.40	82.0	5～10	17.5	87.0	2.0	2.8	0.3

	④ 作付率								
	大豆	菜豆	小豆	豌豆	豆類計	馬鈴薯	ビート	根菜計	飼肥料作物計（含デントコーン）
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
大正村 (1)	7.6	34.6	5.7	6.6	54.5	4.9	0.9	5.8	20.3
清水町 (2)	13.1	20.0	4.9	0.1	38.1	6.8	2.5	9.3	20.3
中央地区西部地帯平均(3)	13.9	37.0	6.2	5.3	62.6	7.1	2.1	9.2	18.1
中央地区平均 (4)	15.6	28.9	6.2	4.0	55.1	6.8	3.0	9.8	18.1
十勝平均 (5)	17.9	24.6	5.3	3.4	51.4	7.0	2.3	9.3	18.3

作付率のみは昭和30年の諸統計から作成。
他は開発局「十勝農業実態調査報告第1部」P60～6より。

大正村は十勝平野のほぼ中央に位する。入植も古く，山地を含んでいないので耕地化は著しく進んでいる。しかし土壌の7割以上が火山灰土であり，一部の河川沿岸を除いては地味は優れていない。1戸当り耕地は10.78町歩（昭30：10.35町）で十勝のうちでも大きい。この村での一つの特色は豆類作率が著しく高く，なかんずく菜豆の栽培が圧倒的なことである。豆類が十勝農業の自然，経営条件によく適合した作物であることは，つとに指摘されているが，菜豆は他の豆類に比し価格が相対的に有利であること，平野中央部では周辺部よりも収量がより安定的であること，などによつて中央西部地帯において作付率が高くなつている（2－1図）。大正村はこの点で中央西部の火山灰土菜豆地域を代表していると考えられる。これに反し馬鈴薯，甜菜などの根菜類は少なく，牛飼養も近年増加しつつあるとはいえ―27年の飼養率18.0%，30年には32%にも達している―散在的である。

これらの点を考慮してT調査部落が選ばれた。“市街”には割合近く，カラマツやカシワの防風林が区切る耕地には，菜豆を主とする豆類が圧倒的に作られている。乳牛飼養農家は余り多くなく，飼つていても1頭，せいぜい2頭である。1戸当り耕地面積は村平均よりさらに大きい。

清水町は十勝平野の西端にあつて，細長く東西に伸び西は日高山脈に達している。従つて自然条件も複雑で山麓の傾斜をなす火山灰土地区46%，同じく平原台地37%，十勝川沿岸沖積地区17%という構成からも，その一端がうかがえる。従つて町を一つとして扱うのは妥当ではなく2～3表の数値からも山麓地帯と中央西部地帯の性格が混在していることを知る。たとえば豆類作付率は比較的低く，しかも菜豆の割合が小さい。1戸当耕地面積は8.13町歩(昭30：7.38町）十勝平均よりは多いが西部地帯では少ない方である。この町の大きな特徴は，牛飼養が多いことである。飼養率が際立つて高いばかりでなく，飼養農家1戸当りの頭



地帯区分は開発局「十勝農業実態調査報告第1部」 P63第4圖より。豆作構成比による地域区分は西村正一「十勝農業の地域区分に關する一試論」による（農業経済学会北海道支部会昭31和年発表）。

2—1 図　地帯区分と豆類作付比率

数も多い。この結果全町64集落中「商業的農業の畜産地帯」に属する集落が18．28%という割合に達している。[6)]

調査部落Nは十勝川に沿つた低いところにあつて，地味はよく，比較的古くから開けた酪農の部落である。全村的には牛は中層5〜10町層に最も多く入つている。また一部の飼養農家では犢の販売も行つていてかなりの収入をあげている。牛乳は清水町市街にあるC乳業の工場に出荷される。

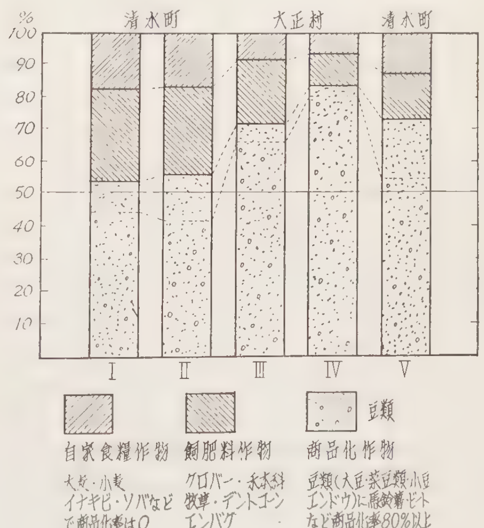
3. 作付配分はどのようにして決まるか

3—1　調査農家の概況と分類

調査は大正村T部落から8戸，清水町N_1およびN_2部落—この2部落は農協の所属を異にしているだけで農家は混在している—から6戸の農家を選び，昭和31年8月下旬から9月上旬にかけて行つた。この外に清水町で牛を飼養しない農家6戸を対象に行つた別の調査* から数値を引用して比較に供した

* これについては當試験場作物第3研究室尾崎技官のご好意によつた

対象農家は先ず各部落ごとに主として耕地面積を基準に選択した。こうして15町以上層，10〜15町層，10町未満層の3階層に分け，いくつかの生産要素について比較した。また後に述べるような作物の経営的な性格によつて，自家食糧作物，商品化作物，飼肥料作物との三つに大別した作付配分を比べた。実際の数値は省略するが，その結果清水町と大正村の間では後者がより粗放的であることは認められるが，その外には階層間にはつきりした傾向は認められなかつた。いいかえるならば農家や農業経営間の差異は土地の広さよりも，労働力，生産手段，ことに牛飼養の多少に大きく左右されているのである。またこの研究の進め方（1—2）で述べたように，牧草類の作付比率や作付順序に入る頻度が豆類と対比していかねばならない。こうした点からして耕地面積による階層区分を改め，牛の飼養頭数と飼養開始の時期をもつて4つの「群」I〜IVに分けた。3—2表の左欄に選定のための指標と各群の数値が示されている。ここにおいてV群として前に述べた清水町での牛を飼つていない農家群が入つてくる。従つてI，IIなれにV群が清水町に属し，III，IV群が大正村での調調農家である。I群がただ1戸であることともに，ここの群の間のつながりに留意しながら分析を進めていきたい。



3—1 図　「群」別の作付配分

3－1 表 乳牛飼養の規模と開始時による階層区分とその諸数値

群	戸数	① 選定のための指標：飼養開始時期	① 現在乳牛：搾乳牛	① 現在乳牛：總頭数	① 1戸当牧草作付：面積	① 1戸当牧草作付：比率	② 土地：耕地	② 土地：採草地放牧地	② 土地：防風林，山林，宅地その他	② 土地：計	③ 労働：家族農従者1人当耕地	③ 労働：年間雇入延人数
			頭	頭	反	反	反				反	人
I	1	昭和初期	5.0	9.0	19.6	11.0	157.8	38.0	46.0	231.8	67.8	400
II	5	昭和中期	2.6	4.4	17.3	15.0	119.7	3.7	66.1	189.5	34.3	108
III	6	昭24～26	1.2	2.0	15.3	12.2	137.4	3.0	29.6	170.0	49.1	148
IV	2	—	0	0	3.8	3.7	117.1	16.0	3.7	136.8	46.8	118
V	6	—	0	0	5.2	4.8	113.9	7.8	9.3	130.1	43.4	295

群	④ 家畜：馬 ～3	④ 家畜：馬 3～	④ 家畜：緬羊	④ 家畜：ニワトリ	⑤ 農機具，施設：原動機	⑤ 農機具，施設：普通プラウ	⑤ 農機具，施設：三畦カルチ	⑤ 農機具，施設：脱穀機	⑤ 農機具，施設：イモ堀機	⑤ 農機具，施設：カツター	⑤ 農機具，施設：畜舎*	⑤ 農機具，施設：サイロ
	頭	頭	頭	羽	台	台	台	台	台	台	坪	基
I	—	2.0	7.0	50	1.0	3.0	2.0	2.0	1.0	2.0	40.0	1.0
II	0.6	2.0	4.0	32	1.0	2.5	1.2	1.0	0.1	0.8	32.1	1.0
III	—	2.3	1.8	20	0.8	1.7	1.3	0.5	0.5	0.8	26.5	0.3
IV	—	1.5	—	95	—	1.5	1,0	0.7	—	—	18.2	—
V	0.7	2.5	2.3	20	1.0	2.3	1.3	1.2	0.5	0.6	27.7	—

* 馬用のも含む。一部納屋を兼ねるのもある。

この区分によると作付配分は3－1図のように一連の傾向をもつようになり，また牛以外の生産手段の充実の程度も一連の整つた形となる（3－1表）。いいかえれば乳牛飼養の程度とは両村を通じて経営の集約度の段階と比例しているのである。しかも重要なことは，当然とはいえ，牧草作の比率がほぼ牛飼養に応じて決つてくることでありわれわれの関心の中心である牧草―豆の関連の分析に都合のよい区分を示すことである。これらの叙述はこのI～V群による分類を用いて行う。

3－2 作付配分を決定するもの

以上のようにして新たに編成した農家群―階層―ごとにみた作付配分図から，各々の作物群の作付比率を決定している要因は何であるかを分析しよう。結論的に列記すれば次の様である。i）自家食糧作物は一般にいわれるような家族消費人数などによつて影響されていない。消費単位でとつた1人当面積は1.6～2.8町歩（大正),2.7～4.1町歩(清水)と広い範囲に渡つている。一つには自家食糧作物といつても，麦，イナキビなどで，外に米は買わなければならないためである。しかし最も大きな要因は飼肥料作物中の牧草類との結びつきである。牧草類が作付けられる場合，1年目には土地利用の高度化などのために,大麦,小麦，エンバクなどの春播麦類または亜麻と混作または間作される。この点で両者密接な結びつきをもつている。3－1図の分類では飼肥料作物にエバク，デントコーンを含めてあるため両者の相関関係はややぼやけてはいるが，それでもかなりの程度まで両者の関係をうかがい知ることが出来る。ii)飼肥料作物の作付決定の第一はいうまでもなく，乳牛や馬の飼料の必要性である。このうち，馬の飼料となるエンバクは馬の頭数との間に強い正の相関が認められる。これに対して乳牛の方はやや複雑である。乳牛の自給飼料はクロバー，禾本科牧草，デントコーンなどの飼料作物以外に，放牧，採草地の生産物や耕種副産物などがある。放牧,採草地の生産物の占める比重は数量的につかめなかつたが3－1表にあるようにI群農家の対耕地比率24%以外は1割以内外であり，依存の程度は低いと考えられる。利用する耕種副産物の主なものは菜豆稈，甜菜茎葉などだが重量にしてせいぜい2割に満たない数量である。従つて「群」によつて多少の違いがあつて，ことにI，II群は飼料作物以外に依存する程度がやや高いにしても，自給肥料の過半は飼料作物にあおいでいるわけである。いわゆる混同酪農といわれているタイプであり，結局飼肥料作物は牛飼養のつながりを通して収益を生んでいる。一方飼料作物は2，3の点で商品作物の生産と結びついている。家畜を通して出る厩肥は馬鈴薯，甜菜など根菜類はじめ多くの作物に必要である。また牧草類は2～3年間畑においた後秋または春にすき込まれ，緑肥の役割を果す。作付順序中に飼肥料作物，なかんずく牧草類が入ると，かかる緑肥の効果の外に土壌構造を改良したり，病害を根絶したりして後に来る作物に資するところが大きい。この点については5章にくわしく分析される。iii)商品作物は以上二つの自家食糧作物と飼肥料作物に相対し，これと種々の結びつきの

上で作付けられている。

一口に商品作物といつても菜豆，大豆，小豆，エンドウなどの豆類と，馬鈴薯，甜菜などの根菜類，それに亜麻などが含まれる。このどれをとつても商品化率は少なくも80%（馬鈴薯，大豆），多くは100%に達する。亜麻はごくわずかしか栽培されていないのでこれを除き，豆類と他の工芸作物（根菜類）に大きく分け比べてみると，両者は単に作物の性格や土壌に対する影響など技術的な面で異な

3—2表　主な商品作物の生産費，収益

作物名	調査町村	生産額 生産物 数量	生産額 生産物 価格	生産額 副産物	生産額 計	費用合計 購入又は支払	費用合計 自給	費用合計 償却	費用合計 計	反当労働時間 家族	反当労働時間 雇傭	反当労働時間 計
		貫	円	円	円	円	円	円	円	h	h	h
大豆	幕別町	40.9	6,477	87	6,564	1,089	2,339	423	3,851	31.0	5.3	35.3
小豆	足寄町	48.5	12,463	333	12,796	1,401	2,342	230	4,973	47.2	5.0	52.2
菜豆	芽室町	38.1	5,856	98	5,954	1,378	2,613	298	4,289	20.3	3.2	23.5
エンドウ	大樹町	28.0	3,924	364	4,288	1,328	2,122	146	3,594	33.5	0.4	33.9
馬鈴薯	幕別町	貫 446	8,939	—	8,939	2,521	4,877	404	7,802	50.5	0.9	51.4
甜菜	芽室町	斤 4,314	13,588	—	13,588	4,913	4,036	493	9,442	43.1	10.3	53.4
亜麻	芽室町	ポンド 558	5,860	1,145	7,005	2,078	2,547	111	4,736	42.7	4.4	47.1

作物名	労働時間	動力時間	反当純収益	自給部分（家族労働を含む）反當所得	時間當収益	対平年作比
	h	h	円	円	円	
大豆	7.4	0.1	2,713	5,052	77	103
小豆	7.0	0.5	7,823	11,165	150	113
菜豆	6.7	0.2	1,665	4,278	71	94
エンドウ	5.3	0.3	694	7,816	20	81
馬鈴薯	12.0	0.2	1,137	6,014	22	83
甜菜	10.2	—	4,146	8,182	78	97
亜麻	5.1	—	2,269	4,816	48	105

農林省統計調査事務所「昭和30年北海道農産物生産費調査報告書」より作成。

つているばかりでなく，経営的にも異なつている。3—3表はこのような状況を語つている。(イ)豆類に比べて工芸作物は反当所要労働が多く菜豆の2倍内外であり，しかも雇傭労働と畜力に依存する比率が大きい。(ロ)反当純収益はまちまちであるが，単位時間収益—限界労働収益—では豆類が概してまさつている。(ハ)しかし普通家族労働を基幹とする小商品生産農家の目標である自給部分費用を加えた反当所得では根菜類が豆類を凌駕する。(ニ)ただ例外は小豆と亜麻で,小豆はこの年の豊作と異常な高値に影響されている。なおこれらの比較をする場合，平年作に比べ30年は馬鈴薯エンドウおよび菜豆が少なく，小豆，大豆などが多くとれているのを考慮すれば，上の叙述は一層はつきりして来るであろう。こうした結果，一般に経営が労働集約的でありしかも土壌条件などが適すれば根菜類の作付が増加する。いいかえれば，豆類の作付を支えているのは耕地面積当りにして比較的少ない家族労働，根菜類の栽培に必要な土壌の肥沃度や堆厩肥の不足，豆類に適した自然条件などで，これらが相まつて豆類を比較有利性の点でも優れた作物としているのである。

この研究の次の過程はこの章で一応明らかになつた昭和30年の作付配分を軸に，前にさかのぼつて作付順序をさぐりさらに再び両者を関連ずけていくことにある。

4.　5年間の作付順序

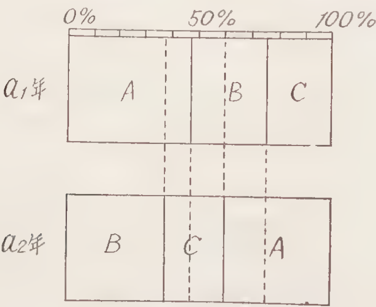
4—1　調査，集計の方法—“作付組合せ”の考え方

作付順序とはいうまでもなく耕地のある区劃に年次的にどのような作物が，どんな順序で作付けられているかをいう。ただ十勝地方ではほとんどが1年1年でまれに蔬菜や青刈作物などが夏収作物の跡に栽培される外は間混作がみられるだけである。またこの調査では耕地をいくつかに区切つて，順次作物を循環していくような典型的な輪作を行つている農家は1戸もなかつた。1章において輪作についての考え方の軸となつたのは“規則的な循環”であつた。けれども「去年つくつた作物とにらみ合わせて，なるべく連作にならないように今年の作物の作付を決める」のであつ

ては別の視点から作付順序をみていかねばならなくなる。

　実際の調査にあたつては，昭和31年からさかのぼつて5カ年の毎年の圃場の作付図をとつた。次にこれらを重ね合せ，異つた作付順序を全部分離した。模式的に示せば4—1図，4—1表のようである。ここでは仮に2年間をとつたが，多少とも境界がずれるため5通りの作付順序ができてくる。事実，調査では1戸につき約20〜80通りの順序が出来上る結果となつた。このままでは整理，分析するに余りにも複雑，膨大であるので簡単化のための二つの処理をした。一つは作物を禾穀類，豆類，根菜類，牧草類の4つの「類」に大別して，これらを対象に作付順序を組みなおすことで，この結果現われる順序の数は理想的には $_4\pi_5=1024$ 以下，実際には1戸につき10〜30通りとなる。これではまだ数が多く，しかも“順序”といつても循環するのではなく，たまたま最近5カ年をとつてそうなつたに過ぎない。そこで第二の作業として“順序”の基礎である順列の概念を捨てて，“組合せ”の概念でまとめることにし，できたものを“作付組合せ”と呼ぶことにした。

　4—1表の例をひけば5通りから3通りに，われわれの場合の可能数は $_4H_5=56$ 以下に減少する。集計の結果はさらに減つて—豆類が1回も入らない組合せの大部分は実現されない—4—2表に示されるように42通りとなつた。



4—1 図　作 付 模 式 圖

4—1 表　4—1圖かなの作付順序と組合せ

4—1圖を作付順序でまとめた場合			“作付組合せ”でまとめた場合			
面積割合	順序の内容		面積割合	組合せの内容		
	a_1年	a_2年		A	B	C
%			%	回	回	回
37	A	— B	53	1	1	—
10	A	— C	34	1	—	1
13	B	— C	13	—	1	1
16	B	— A				
24	C	— A				

　ところで分類にあたつて使用した禾穀類，豆類，根菜類，牧草類などの概念であるが，これらは作物の土壌に対する諸影響—土壌の肥沃度，理学性，土壌流亡などに対する影響，雑草の抑制の度合—の相違などを従来得られた成果から判定して行つたのである。

　従来作物の土壌に対する影響による分類としては色々のものがある。それらは各々のおかれた技術段階と使用目的に応じて適当であるかどうかが判断されるべきである。われわれの現在の十勝の畑作の状態からすれば，上の分類はほぼ適当であると思う。強いてつけ加えるならば，作物の堆厩肥えの変換の度合，いわば反当腐植生産量といつたようなものがさらにもう一つの指標としてあればと思う。というのは，現在の技術段階（集約度）では，堆厩肥が土地の肥沃度を維持するにも必要でしかも制限的な要素となつていると考えられるからである。作付配分の際に行つた分類と比べると大部分の作物が自家食糧作→禾穀類，飼肥料作→牧草類，豆作→豆類，工芸作→根菜類えと移行していく。例外としてエンバク，飼肥料作→禾穀類→亜麻，工芸→禾穀，トウモロコシ，禾穀→根菜，デントコーン，飼肥→根菜である。しかしトウモロコシ，亜麻は微々たるものであるから，結局エンバク，デントコーンの移動を考慮すればよい。

4—2　牧草類の作付比率と作付組合せ

　4—2表および4—2図を検討しよう。

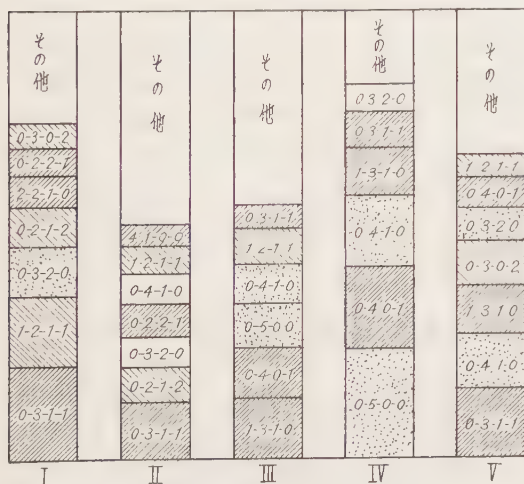
4—2表は前節で述べた作付組合せに従つて調査結果をまとめ，100分率でもつて表わしたものである。左欄の1〜42は各々作付組合せを示し，5年間に入る各作物類の回数を左から牧草類，禾穀類，根菜類の順序で並べてある。例えば21，1—2—1—1は5年間に牧草類，禾穀類，根菜類が各1回，豆類が2回入る組合せである。4—2図はこの表を図にするとともに各組合せごとに堆厩肥投入量を三つに大別し模様化して記入したもので，中の数字は同じように組合せの内容を現わす。これらは牧草類に主眼において配列したものであつて，表中の（a）〜（f）6つの小計とは（a）から（f）の順番にそれぞれ牧草類が5年間に5回とも，4，3，2，1回および1回も入らない組合せの面積の対耕地比率を示す。ここでは牧草類のこうした比率に着目しつつ，同時に主要な“作付組合せ”のもつ意味を各群相互に比較しつつ分析した。

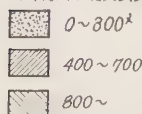
　i）各作物類は均等に全圃場に作付けられてはいない。その結果5年間の平均作付比率が高くても，入る回数の少ない耕地が多いという現象も出てくる。牧草類についてみると，Ⅰ，Ⅱ，Ⅲは5年間の平均した作付比率は大差ないにもかかわらず，5年間に1回も入らない耕地の割合はⅢが少ない。ⅣとⅤとの間についても似たようなことがいえる。牧草類が頻繁に入る土地は大正村では川沿いの湿地であり，清水町では（多くはないが）一部放牧化してい

る耕地や，遠方の圃場，地力の劣つたところなどに多い。

ii）清水町の農家Ⅰ，Ⅱ，Ⅴ群には根菜類の入る組合せの，大正村のⅡ，Ⅳ群には豆類の入る組合せの比重が大きいのは作付配分からしても当然の帰結である。Ⅰ，Ⅱ，群とも牧―豆―禾―根（0―3―1―1）の組合せが筆頭に来ているがⅤでは 0―5―0―0 が20%以上にも達している。

iii）わずか5年間をとつただけではこの間の地力の推移を数量的に知ることはできない。そこで便宜的に上に出てきた主な組合せの良否を判別してみようとした。それは5年間に入る堆厩肥の総量をもつてするという方法であつて本質的な土壌の状態，施肥管理の程度，作物による吸収，損失などを無視しており，また堆厩肥をもつて腐植量を代表させ，腐植をもつて地力の推移を代表させるという仮定があるので一つの試みにしか値しないであろうが。幸にまたそれ故にできたのでもあるが，各「類」ごとの反当堆厩肥施用量は「群」，戸を通じてほぼ決つていて，禾穀類 100〜150 貫，豆類 0，根菜類300〜500貫，牧草類 0（但し最後のすき込みにより緑肥の形で 500貫）である。この数値を使つて5年間の作付組合せを3つに大別し4〜2図を塗り分けた。多少の例外と“その他”に一括されている組合せを無視し得れば，本体牧草作が多く，従つて牛の飼養の程度の高い「群」程堆厩肥の多く入る作付順序が多いということができる。輪作と名付けるべき規則的な作付順序はないとしても，一見ランダムに見える順序の中にもより好ましいもの，好ましくないものの含まれる割合に差がみられるわけである。





4―2 図　主な作付組合せと堆厩肥投入量

4―2 表　「群」別の作付組合せ比率

作付組合せ* ＼ 農家群		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
		%	%	%	%	%
1	5―0―0―0	1.8	1.2		—	—
小計（a）		1.8	1.2			—
2	4―1―0―0	—	5.1	1.0	—	0.4
3	4―0―1―0	—	0.7	—	—	—
小計（b）		—	5.8	1.0	—	0.4
4	3―2―0―0	—	2.0	0.4	—	0.3
5	3―1―1―0	3.8	—	3.2	—	0.3
6	3―1―0―1	—	0.2	—	—	—
7	3―0―2―0	—	0.4	—	—	—
8	3―0―1―1	—	—	0.2	—	—
小計（c）		3.8	2.6	3.8	—	0.6
9	2―3―0―0	—	—	0.6	—	—
10	2―2―1―0	7.3	4.2	2.9	0.9	1.1
11	2―2―0―1	—	—	1.2	—	0.8
12	2―1―2―0	—	2.0	0.5	—	—
13	2―1―1―1	0.3	3.0	1.7	—	0.1
14	2―1―0―2	—		—		—
15	2―0―2―1	—	1.7	0.9	—	—
16	2―0―1―2	—	—	0.7	—	—
小計（d）		7.6	10.9	8.5	0.9	2.0
17	1―4―0―0	—	1.8	2.0	3.5	3.6
18	1―3―1―0	—	3.1	13.3	10.4	10.9
19	1―3―0―1	—	0.3	4.7	0.7	1.9
20	1―2―2―0	1.2	1.0	2.8	0.6	4.5
21	1―2―1―1	15.4	6.1	8.0	4.5	5.2
22	1―2―0―2	—	—	0.7	—	—
23	1―1―3―0	—	0.0	—	—	0.1
24	1―1―2―1	2.4	4.5	0.5	—	3.5
25	1―1―1―2	4.1	2.8	1.9	—	1.1
26	1―1―0―3			—		
27	1―0―1―3	—	0.1	—	—	—
小計（e）		23.1	19.7	33.9	19.6	30.7
28	0―5―0―0	—	0.7	9.8	24.0	2.4
29	0―4―1―0	3.6	6.5	9.0	15.9	12.1
30	0―4―0―1	3.6	3.5	11.0	18.8	6.3
31	0―3―2―0	11.8	7.3	3.8	6.8	7.8
32	0―3―1―1	20.7	12.5	5.6	8.0	15.1
33	0―3―0―2	5.3	4.1	3.9	4.8	10.0
24	0―2―3―0	0.9	2.9	1.1	0.2	0.2
35	0―2―2―1	6.2	7.0	3.9	0.3	2.2
36	0―2―1―2	8.3	7.9	3.6	0.9	3.7
37	0―2―0―3	—	0.3	—	0.4	3.8
38	0―1―4―0	—	0.4		—	—
39	0―1―3―1	—	1.6	0.3	—	0.2
40	0―1―2―2	0.9	2.3	0.1	—	0.2
41	0―1―1―3	2.4	4.5	0.2	—	—
42	0―1―0―4	—	—	—	—	0.3
小計（f）		63.7	61.5	52.3	79.5	66.7

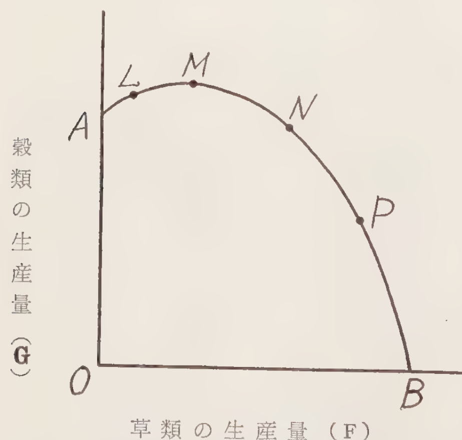
＊左より順に牧草類，豆類，禾穀類，根菜類が５年間に入る回数を示す。

例えば10．2—2－1—0 は５年中牧草類，豆類が２回，禾穀類が１回，根菜類が入らない組合せである。

5．牧草類作付の効果

5—1　牧草類と他作物との産出量関係の分析

前章までわれわれは調査農家を乳牛飼養の多寡と開始時期によつてⅠ～Ⅴの５つの「群」に分け，その間で土地利用＝作付配分と，それに深い繋りをもつ作付順序がどう異つているかを明らかにした。その結果，牛飼養の程度が高いほど,飼料作の比率が高く,作付順序も不規則とはいえ牧草作の入る頻度が高い組合せが多く，技術的にみてもより望ましいものであつた。次の段階ではこの二つ，すなわち作付比率と作付順序とを結びつけ，牧草の作付比率や組合せ中の頻度の違いは他の作物類にどのような影響を与えているかをみていく。さらにそれが技術的に望ましくても経済的にはどうであるのか，より発展的な形態への移行を阻んでいるのは何であるのか，などを明らかにしようと思う。作物または作物「類」の生産量の関係は補完,補合,または競合のいずれかに属する。補完関係とは「ある作物の生産が他の作物の生産に必要とする要素をつくり出す」などの理由で一生産物の増大が他生産物の増大をもたらす場合であり，補合とは一生産物の産出量の増加が他の生産物の増減に影響をおよぼさない場合,そして競合的とは「一作物の産出量の増大が，他の生産物の犠牲においてなされる場合」[7]である。いくつかの生産物が土地利用上どんな関係にあるかを知り，さらに望ましい関係や作付率を見出していくには，各々の生産物間にどんな状態があるかを明らかにしておかなくてはならない。



草類の生産量（F）

5—1 図　模式的な輪作曲線

「一般に補完—競合関係を図示すれば５—１図のようになる。曲線と縦軸との交点Aは穀類（grain crops）のみが生産されることを示す。しかして曲線は草類（forage crops）の生産を増加するにつれ，G作物の生産量も増大する。Gの総生産はM点にて最高となり，この点をすぎればF作物の作付および総生産量増加に反してGの生産量は減つていく。L．M．N．PおよびQの各点は草類（forage）と穀類とに割当てられる様々の土地の割合を示すとともに各々輪作形式をも現わしている。」[8] 例えばGが 2/3，Fが1/3の作付比率を示す場合，G—G—F または G—F—G の作付方式となる。こうような曲線が輪作曲線と呼ばれるものである。

輪作曲線上で経済的最適点を選択するのは集約度や曲線の性状によつて異なるが，それを一括すれば次のようになる

i ）集約度の等しい作付方式—等量資源分析

補完的関係の場合；技術的に決定できる。

競合的関係の場合；$\triangle Y_1/\triangle Y_2 = Py_2/Py_2$ の点

$\triangle Y_1/\triangle Y_2$；両生産物 Y_1，Y_2 の限界代替率

Py_2/Py_2；同じく価格比

ii）集約度の異なる作付方式間—等量土地分析

補完的関係の場合；技術的に決定できる。

但し $Py_1 - Cy_1 < 0$ であつてはならない。

競合的関係の場合；

$$Y_1/\quad Y_2\quad Py_2\quad Cy_2/Py_1 - Cy_1$$

（Py_1；Py_2；価格（粗収益）
Cy_1；Cy_2；費用）

一般に生産物間に補完的あるいは競合的関係が生ずるのを諸資源，用役からみれば次のように考えられる。[9]

われわれの場合対象となるなど土地分析の場合「土地」に由来する資源または用役のみを限定し，他の諸資源，用役は自由に増減できるものとしているのであるから，諸関係の要因も「土地」から由来するものに求めればよいわけである。沢村は「土地」に含まれる資源または用役として次のものをあげている。

i ）泉流性の資源または用役（flow resources or services）

(イ)　作物立地としての用役

(ロ)　作物生育空間としての用役

(ハ)　気象要素（温度・日照・水分・風）

(ニ)　泉流的地力

ii）貯流性の資源または用役（stock resources or services）

(イ)　貯流的地力

iii）生物的資源（biological resources）

(イ)　生物的地力

これらのうち地力以外の要素，すなわち泉流資源の(イ)〜(ハ)は「作季」によつて表現でき，この「作季」がそのまま補合性，競合性の条件と考らえれる。多毛作農業では作季が大きな問題となるのであるが，北海道の畑作では1年1作が圧倒的であり，ここでの対象も例外ではなかつたのであるから「作季」の問題は除外し得るのである。

とすればここで取上げる作物または作付方式間の生産物諸関係の要因は地力と副産物（joint product）によるものになる。

地力によるものは i）泉流的地力一各作物が流出する肥沃度を充分に利用するかどうかが問題であり，補合関係を形ずくる。ii）貯流的地力一使われる量は決つているから，作物間では競合的関係のもととなる。iii）生物的地力一減少，維持，増大ともに可能なのであるから，競合，補合，補完すべての関係にかかわると考えられる。副産物の方はそれが他の部門えの投入となるならば補完作用を現わす。補合的関係とはもともと中立的であり，外に競合補完どちらの力がより強く働くかによつて，結果的にどちらかが外に現われてくる。前章までの叙述にあたつて，作物を幾つかの「類」に分け，牧草類が地力に対して望ましいものとしてきたのも，それが，貯流的地力を使うことが少なく，生物的地力を増大させ，さらに次のような副産物を他部門に提供するからである。[10] i）集積する肥料成分，ことに窒素分の土壌への残留，ii）根部の発育による有機物の土壌中への残留，iii）生育による土壌状態の物理的，化学的，生物学的改善。これらのうち，i）は化学肥料の投入が増すにつれて効果が減つてくることが明らかにされているが，他の効果は他の資源や作物では代替できないもので，ただ堆厩肥のみがこの力をもつていると考えられている。前に4—2で有機質の投入量の多少をもつて（牧草類の根部の土壌への投入も含めて）作付組合せの良さを知る指標としたのを資源の面から裏付けることができるわけである。

牧草類は貯流的地力を使うことは少なく，一方副産物が他作物の投入になつたり，あるいは生物物的地力を増大させる力が大きいと考えられるから，最も地力を増すことの大きい作物類であり，他の作物ないしは作物類と補完領域を形成し易いことも推論できる。他の作物でも堆厩肥を大量に施用した場合に結果的には同じになることもあろうが堆厩肥の資源は多くが飼料作物であるから（3—3）間接的には牧草類などの力とみなすことができる。この研究では牧草類に対して商品作物をおき，両方の関係を調べるのが焦点であるので，商品作物中の作物「類」相互の産出量分析は行わない。また実際にもそれは意義の薄いものである。

5—2 調査結果への適用

さて以上の考え方を用いてわれわれの調査結果を分析し，牧草類の栽培が他の商品作物類とどんな関係にあるのかをみる段階に到つた。しかし調査数値の不備や事実の複雑さはこのために多くの障害をもたらし，仮定を必要とする。元来産出量関係の分析はあらかじめ周到に計画した実験によつて得た結果に適用するものであり，実態調査への適用には不適とも考えられる。けれども耕種作と牧草作の間の産出量が両者の作付比率が変る（輪作形式が異る）につれ変つていき補完領域が形成され，あるいは消滅するなどの論理は現実が簡単であつても複雑であつても貫かれているはずである。次にあげる2，3の仮定を設けつつも，分析を進めたのもこうした考えによるのである。

第一に作付順序は前にみたように一定していなかつた。そうであるのに5年間の平均した作付比率を輪作曲線にあてはめたのは，いいかえるならば各作物（「類」がほぼ均等に圃場に作付けられていると仮定したことである。第二に豆類，禾穀類，根菜類などの総収量を算出するのにそれぞれ菜豆，（正しくは「大手亡」）大麦またはエンバク，馬鈴薯をもつて代表させた。これら3作物が各作物「類」で過半の面積をしめていることからして，計算を簡便にするためである。牧草類はクロバーで現わしたが，反収は確実にとれなかつたので，どの群も反当800貫と仮に定めた。5—1表の①〜③の順序で計算をし，最後の結果を5—1図にかいた。

この図から読みとれるように清水町，大正村のどちらとも菜豆（B）と牧草（F）との産出量関係の折線は右上り，すなわち補完関係にある。牧草の作付比率の増加は，耕種作の面積が減るにもかかわらず，この程度まででは菜豆に換算した総耕種生産物の量をも増加する。（牧草の反収が各群ごとにとれたとしても勾配が変るのみで，大勢に変りはない）。補完の程度は乳牛飼養の歴史の古い清水町の方が高いが，まだ数年を出ない大正村にてもわずかとはいえ認められるのに注目したい。以上の結果は牧草作の作付率が15パーセント程度までは耕種作の総生産量を同時に増加させることを語つている。しかも耕種作への肥料投入量は各群同じではなく，牧草作の比率が多い「群」程少ないのである（5—2表）。

5—3 牧草作の増加を阻むもの

菜豆—豆類に限らず禾穀類，根菜類—と牧草類とは集約度が異つている。しかし補完的関係にある場合，最適点は技術的に決定できる。「経済的能率が技術的データによつて表示される」[12]である。ただし（Py_1—Cy_1）＜ 0 また

は $(Py_2 - Cy_2) < 0$ であつてはならない（5－1）。われわれの場合も穀類（菜豆），草類（クロバー）ともに純価格が負にならなければ，両者は補完関係にあるのだから技術的に双方の総生産量を増すことが経済的にも望ましいはずである。実際には調査の示すII群，15%までは牧草作の作付率を増すのがよい。

5－1 表　菜豆と牧草との代替補完関係

① 面　積　比　率

群	面積比率（10町歩中） 耕種作 禾穀類	豆類	根菜類	牧草
	反	反	反	反
I	24.1	46.6	17.5	11.3
II	23.5	42.7	17.9	15.0
III	14.4	61.1	11.0	12.2
IV	10.3	73.5	8.6	3.7
V	17.6	58.4	15.6	8.2

② 収　量（イ）

代表させた作物 ＼ 群	耕種作* 禾穀類 大麦	エンバク	豆類 菜豆	根菜類 馬鈴薯	牧草 クロバー
	俵	俵	俵	俵	〆
I	96.4	103.6	139.8	490	9,040
II	91.7	112.8	115.3	662	12,000
III	49.0	60.5	152.8	372	9,760
IV	56.8**	55.6	191.1	107	2,960
V	56.3	88.0	151.8	303	6,560

* 昭和30年の反収を乗じた。

備　考）

作物名	I	II	III	IV	V
大麦	俵 4.0	3.9	3.4	2.8	3.2
エンバク	4.3	4.8	4.2	5.4	5.0
菜豆	3.0	2.7	2.5	2.6	2.6
馬鈴薯	28	37	34	29	37

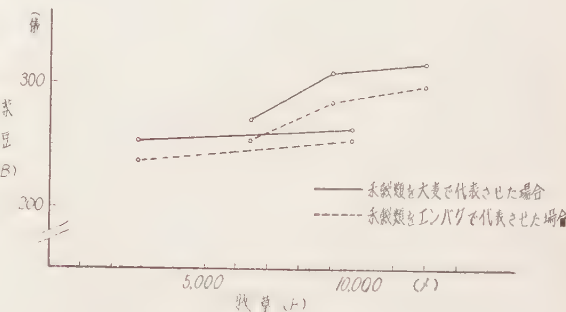
** 栽培戸数（2戸中）1戸である。
他は全農家が栽培している。

しかし豆類の粗収益から費用を差引いた残り $(Py_1 - Cy_1)$ が正であるのは明らかであるが（3－4表参照，反収純収益をとつて，農業所得をみてもよい，牧草作は必ずしも正とはならない。牧草はほとんどが乳牛に与えられ，畜産物となつて収益を生ずる。牧草作のみかけの収益は，

③ 収　量（ロ）耕種作，菜豆換算***

群	耕種作 禾穀類 大麦	エンバク	豆類	根菜類	計 禾穀類を大麦で代表させた場合	計 禾穀類をエンバクで代表させた場合	牧草
	俵	俵	俵	俵	俵	俵	〆
I	68.5	45.0	139.8	10.0	308.1	284.8	9,040
II	65.0	49.0	115.3	13.5	315.3	299.3	12,000
III	34.7	26.3	152.8	7.6	263.5	255.1	9,760
IV	40.2	24.1	191.1	2.2	253.3	237.2	2,960
V	39.9	38.2	151.8	6.2	253.7	252.0	6,560

*** 玄米石換算による（食糧事務所調べ）。
大麦1俵：0.2905（玄米・石），エンバク1俵：0.178石，菜豆1俵：0.410石，馬鈴薯 180貫：1.000石。



5－1 図　菜豆と牧草間の輪作曲線

5－2 表　反當肥料投入量

肥料 ＼ 群	I	II	III	IV	V
硫安換算窒素量	貫 1.39	貫 2.02	貫 2.98	貫 2.69	貫 3.44
過燐酸石灰換算燐酸量	5.12	5.93	10.80	11.20	7.35
硫酸加里換算加里量	1.69	1.71	2.90	3.96	1.94
堆厩肥	211	188	126	113	104

昭和30年中の総肥料投入量÷牧草畑を除く耕地面積。

この乳牛部門の収益を配分することによつて表わしうる。われわれの調査は，この計算をするのに不充分であり，具体的に $(Py_2 - Cy_2)$ を示すことはできない。そこで若干の仮定の上に模式的に分析を展開し，いくつかの問題を提起しておこうと思う。

繰返し述べたように，各群とも乳牛粗飼料の大半は牧草類とデントコーンに依存している。一般的にいつて「乳牛飼養頭数別には3頭飼養のもの，生産乳量別には 3,000貫以上のものが副収入を差引いた牛乳単位当り生産費と販売乳価がほぼ相等しくなつている」[11] との事情が成立するならば，調査農家ではⅠ群農家を除いてⅡ群以下すべてが乳牛部門において赤字である（5－3表）。こうした場合，牧草作部門で（Py_2—Cy_2）が負となる可能性があることは考えられよう。そうならば（P—C）> 0 なる当初の仮定は覆り，補完領域においても経済的合理点が考慮されなければならなくなる。（Py_2—Cy_2）の変化をさらにくわしくみれば，Py_2は牧草類に配分される畜産粗収益であるからこれは乳牛飼養の増加（従つて牧草作面積 Y_2 の増加）とともに大きくなるであろう。自給飼料えの依存度が増し，反当りの牛乳生産量が増す（乳牛1頭当りの飼料作面積が減る）からである。

5—3 表　「群」別の1戸當り平均搾乳牛頭数及び生産乳量

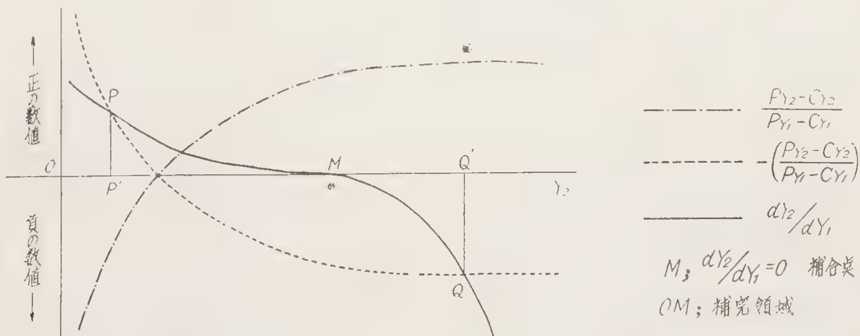
群	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
平均搾乳牛頭数	頭 5.0	頭 2.6	頭 1.2	—	—
平均生産乳量 *	石 135.0	石 47.4	石 28.8	—	—

* 1石は約50貫，300貫は60石に相當する。

自給飼料への依存が高まることによつてPy_2が増すためには，牛乳生産において各資源が限界収益が一定になるように投入されていると考えなければならない。上述の二つの事実は調査において実際に現われている。一方飼養頭数の増加とともに犢などの生産額も増えていくのが一般的であり，乳質も良くなるのが普通であるから，被除数の畜産収益總体も増していくであろう。

Cy_2はほとんど一定，(Py_1—Cy_1)も一定と考えられる。このようにして Py_2—Cy_2/Py_2—Cy_1 および 一般の輪作曲線のdy_1/dy_2 の動きを考えて画いたのが5—2図である。経済的合理点は $dy_1/dy_2 = Py_2-Cy_2/Py_1-Cy_1$ にて求められる。（代数的には等収益直線の方程式と連立に解けばよい）ことは既に述べた。両辺の絶対値を比較する場合はこの式でよいか，正負を考えれば $dy_2/dy_1 = -(Py_2-Cy_2/Py_2-Cy_1)$ とすべきである（等収益直線の勾配は一般に右下りである）。このことからして－（Py_2-Cy_2/Py_2-Cy_2）を点線で記入した。この曲線と前の dy_1/dy_2 線との交点P，QのY2の値 P'，Q' が求むる最適点である。そして，P' は多分Y2が著しく小さなところに，Q' はかなり大きい点に存すると思われる。このP' からQ' の間に横たわる山を乗り越えるための“飛躍”—いいかえるならばある規模以上の牧草作比率，従つて乳牛飼養—が多くの農家にとつて難しいことは充分に想像できる。

以上の論述は(Py_2-Cy_2)＜0になることもありうるとの仮定から出発した一つの試論である。われわれがこの調査から得たのは5—2図で示された dy_1/dy_2 の一部とPy_2-Cy_2/Py_1-Cy_1 線の作成に用いた2，3の事実のみである。この試論が成り立つかどうかを実証することは別の調査にまたねばならず，牧草作の増加を阻むものの存在の証明は今後にゆだねられているのである。



5－2 図　最適点を求める

5—4　好ましい輪作のために—まとめにかえて

畑地の作付の実態を明らかにし，より望ましい作付順序とはどんなものか，何がそこえの発展を阻んでいるかを見出すのがこの研究の目的であつた。十勝を代表する地域から二つの部落を選んで行つた調査の結果，作付順序はきわめて乱雑で“順序”らしきものを見出す事はできなかつた。しかし“作付組合せ”でみれば技術的にみて良い悪いの差が自らその中にあつた。農家を区分するのに，乳牛飼養の規模と年代によつたが，このようにして分けた5つの

「群」の間には，資本装備などの外，作物「類」の作付比率，ことに牧草類や望ましい作付組合せの比率などにおいてはつきりした差が現われた。

一方限界分析の考え方を適用した結果，この調査の範囲内では，牧草と豆類などの商品化作物の生産量の間には補完的関係が認められた。すなわち，牧草作の増加が他の商品化作物の総生産量を同時に増大させるのである。けれどもこうした望ました方向をすべての経営がたどるとは限らない。その理由を明らかにするためにした試論によれば次のような問題が提起された。

牧草作は乳牛飼養と密接に結びついているので，牧草作の純収益はある場合には損失となることがあるのではないか。とすると，豆類などの経済的均衡点は牧草作面積が著しく小さく，従つて作付順序中にもまれにしか入らないところに先ず存する。そして高水準にあるもう一つの均衡点に達するには牧草作，乳牛飼養ともに相当の規模を必要とする。この間の "飛躍" が多くの経営にとつて現実には困難なのである。こうした結果，牧草作の作付はふえず，厩肥投入量は少ないままであり，豆類を主とした販売作物が大量に作付けられる結果となり，作付順序も当然好ましくないものになつていくのである。この研究の問題点もここにあつたのである。

この試論の裏付けのために，そして実際に畑地生産力の発展を妨げているのが乳牛を含む生産手段の高度化が行われ難い現実にあるのかどうかを明らかにするためにも，さらに一層の調査と分析が必要である。

この報文をまとめるに際して雑穀協会の「北海道における大豆の経営的研究」のために行われた調査資料を利用させていただいた。これについて農業技術研究所の沢村博士，加賀見技官，當経営部の堀口部長及び調査に参加された諸氏，さらに調査に協力された方々に負うところが大きい。厚く感謝する。

参　考　文　献

7).8)　HEADY, E. O. and H. R. JENSEN ; Economics of Crop Rotation and Land Use, Iowa A. E. S. Research Bulletin 383　1951

11）桜井守正編：北海道酪農の経済構造—十勝における共同研究　農業總合研究所叢書　32号　P 143　昭28

2）沼辺敏和：畑地輪作に關する調査結果の概要　「北農」24—5　昭32

1）島内満男：北海道に於ける輪作の諸問題　「農業及園芸」 32—1　昭32

3).5) 北海道開発局：十勝農業実態調査報告　第1部　総括篇　昭32

4）北海道：昭和30年7月1日農業基本調査報告　昭32

6）農林省札幌統計調査事務所編：北海道における農業集落構造　昭32

9).10) 沢村東平：水田農業の作付方式に關する研究　農業技術研究所報告　H20号　P 47〜58，P 78〜80. P 71　昭32

Résumé

This study is a report of the survey which was made at the end of August 1956, at two villages, Taisho-mura and Shimizu-cho, in Tokachi District, a plain spread over south-eastern Hokkaido. The results of the survey were analyzed to find a "good" cropping system, and to find out the reasons why farmers do not adopt it.

On about 50〜70 % of the arable land, beans are planted, especially kidney bean ("saito"). The cropping system is confused and no systematic rotation of cropping is seen. The decline of soil fertility has been remarkable in recent years.

The author classified the surveyed farms into five groups (I–V), according to the number of cows and the year that they start to raise cows. At the same time this classification indicates the grade of cropping rate of grasses or legumes.

It is said that forage crops are complementary to grain crops, because forage crops supply useful resources for grain crops and improve soil fertility and structure. The author wanted to find whether this relationship existed among the groups of the present survey. As a result of analysis, considerable complementary relationship between red clover (as a forage crop) and kidney bean (as a grain crop) are seen within the range which the rate of legume planting is from 3〜4 % to 15 % of the arable land.

However, few can increase feeding crops and cows. Such a usual situation lays a proplem to be solved, The author has attempted to solve this problem, applying the normal equflibrium (profit maximization) equation $dy^1/dy^2 = Py^2 - Cy^2/Py_1 - C_1$

(Y_1; acreage of grain crops, Y_2; acreage of forage crops, P; value of gross income of each crop and C; production cost. But now Py^2 and Cy^2 are not constant, but functions of Y_2)

The writer believes that in the farms having a few cows, ($Py^2 - Cy^2$) is minus, then an equilibrium point exists in low percentage of forage crops, and another in considerable high percentage.

Most farmers cannot keep the reasonable number of cows. Unless they vacan be assisted in expansion of the number of cows and the rate of the land planted to legumes, beans will be planted continiously, soil productivity will decrease.

玉葱「札幌黄」の系統比較について†

花岡　保*・伊藤和夫*

ON THE COMPARISION OF THE STRAINS IN "SAPPORO-KI" VARIETY OF ONION.

By Tamotsu HANAOKA and Kazuo ITO

緒　　言

わが国における玉葱の重要品種としては，府県においては「泉州黄」，北海道においては「札幌黄」を挙げることが出来る。

しかして「泉州黄」では各種の品種が分化されている[1), 3), 4), 5), 13)]のに対し，「札幌黄」は品種の分化がほとんど行われていない。しかしながら「札幌黄」の種子は自家採種により，個々の農家がその好みにより母球の選択を行い採種を繰返しており，その間にかなりの変異性が認められるので本調査を行つた。本報には昭和28年から同30年にわたり行つた普通栽培における系統間の比較につき報告する。

実 験 方 法

1. 供用系統　永年自家採種を継続した優秀な生産者から種子を蒐集し，7系統*を得たので系統A，B，C D，E，F，Gと仮称し，種子は試験各年次ごとに各生産者の採種したものを供用した。

* 昭和29年度は9系統を使用したが2系統は本報の記載を省略した。なお農家各自が集団採種した種子を一応本報では系統と称することにした。

2. 栽培法　春播，直播による標準耕種法により栽培し（第1表），系統の生育状況，熟期，収量および品質などにつき調査をした

第1表　栽　　　培　　　法

播種期日				播種	栽植距離		反当	反当施肥量（貫）					収穫期
昭和28年	29年	30年	平均	方法	畦巾（尺）	株間（尺）	播種量（合）	堆肥	魚粕	硫安	過石	硫加	
4月26日	4月24日	4月27日	4月25.7日	条播2条	1.5	0.5	10.0	600	10	3	8	3	9月

3. 区数，区面積，試験年数　乱塊法3反覆，1区20坪とし，昭和28，29，ならびに30年にわたり行つた。

実 験 成 績

1. 系統間における生育の差異

系統間における生育状況の差異を草丈ならびに葉数につき比較した結果は第2表に示すとおりであるが，28および29年度においては草丈，葉数共にA系統が優れ，G系統は最も劣り，その他については明瞭でない。

*　作物部　園藝作物研究室

†　本報の一部は昭和31年春季園芸学会において発表

2. 系統間における熟期の差異

玉葱における熟期の早晩の比較は，球の肥大期および葉部倒伏期を目安にするのがよいので[2), 4), 5), 12), 13)]調査の上，諸系統間の相異を比較した結果は第3表のとおりである

球の肥大については調査年数も少なく，判然としなかつたが，倒伏株率40%の倒伏期を比較すると試験各年次において統計的に有意差が認められ，3カ年平均で早生系のGは8月16.5日に晩生系のAは約9日遅れて倒伏期になつた。即ち播種から倒伏期に至る日数に換算すると112.8日ないし122.1日となりこの間9.3日の差異が認められた。また倒伏始から倒伏株率90%に達した倒伏揃までの日数を調査し，倒伏の速度を比較したが，年度により明らかでない場合もあるが概して晩生系統は早生系統に比し多くの日

第 2 表　生　育　状　況　の　比　較

系統別＼項目＼期日	28年8月21日における 草丈 (cm)	葉数 生葉数	葉数 枯葉数	29年8月20日における 草丈 (cm)	葉数 生葉数	葉数 枯葉数	30年7月19日における 草丈 (cm)	葉数 生葉数	葉数 枯葉数*
A	61.4	7.5	3.6	63.0	8.0	2.7	67.1	7.6	—
B	58.6	6.4	4.2	55.0	6.8	2.8	65.1	7.8	—
C	59.5	6.4	3.7	51.7	6.6	2.7	64.1	7.7	—
D	57.4	6.5	3.6	54.1	6.0	2.7	65.3	7.5	—
E	58.9	6.5	3.8	55.6	7.7	2.7	64.4	7.4	—
F	58.2	5.9	3.9	54.8	6.4	2.7	63.6	7.3	—
G	51.8	5.6	4.2	51.0	5.3	2.7	65.3	7.6	—

* 枯葉は未だ認められない。

第 3 表　熟　期　の　比　較

系統別＼項目	球の肥大* 肥大期 (月日)	球の肥大* 始より揃迄の日数(日)	倒伏期** (月日) 28年	倒伏期** 29年	倒伏期** 30年	熟期(播種より倒伏に至る日数) 28年	29年	30年	平均	倒伏速度(倒伏始より揃までの日数) 28年	29年	30年
A	7月18.3日	20.7	9月 1.0日	9月 1.0日	8月12.7日	128.0	130.7	107.7	122.1	14.7	28.7	19.3
B	7. 19.7	19.7	8. 31.0	8. 28.7	8. 12.7	127.0	126.7	107.7	120.5	14.7	31.0	19.3
C	7. 20.0	24.3	8. 29.7	8. 25.0	8. 10.0	125.7	121.0	105.0	117.2	15.4	26.0	17.3
D	7. 18.7	22.3	8. 28.0	8. 23.7	8. 12.7	124.0	121.7	107.7	117.8	16.7	21.4	17.0
E	7. 18.3	20.7	8. 30.3	8. 29.3	8. 8.7	126.3	127.3	103.7	119.1	15.0	29.0	14.0
F	7. 19.0	20.5	8. 26.0	8. 23.7	8. 10.0	122.0	121.7	105.0	116.2	17.7	28.0	18.7
G	7. 18.3	22.7	8. 20.7	8. 21.7	8. 7.0	116.7	119.7	102.0	112.8	19.7	22.0	13.7

* 昭和30年度成績，** 倒伏株率40％の時期，なお揃とは同率90％に達した時期。

第 4 表　収　量　の　比　較

系統別＼項目	反當収量 (貫) 28年	29年	30年	平均	同指数 28年	29年	30年	平均	t値検定 A	G
A	799	969	955	908	117.2	115.1	145.1	126.0	—	**
B	799	894	908	867	117.2	106.2	137.9	120.6		**
C	750	930	857	846	110.6	110.6	130.2	117.1		**
D	747	867	865	826	110.2	103.1	131.5	114.9	*	**
E	754	869	848	824	111.2	103.2	128.9	114.4	*	**
F	779	832	835	815	114.8	98.2	126.9	113.3	**	**
G	678	841	658	726	100.0	100.0	100.0	100.0	**	—

** 1％水準有意性，* 5％水準有意性。

数を要している。なおE系統は28，29年度はおおむね中生群に属していたが30年度はG系統に次ぎ他系統とは5％水準で有意差を示した。

3. 系統間における収量の差異

収穫に当り腐敗球，青立球，屑球を除いた上物球につき反収を比較した結果は第4表のとおりである。各区間の分散分析の結果は，各年共に有意性が認められ，系統間に収量差が認められた（第5表)。

第4表によれば収量の差異は3年共におおむね同傾向を示し，A系統はD，E，F，G系統より優れ，G系統は他の全系統のいずれよりも寡収であつた。供用系統を多収

第 5 表　収量の分散分析

要　因	D. F.	S. S.	M. S.	F
全　体	21	7,142.3	340.1	
系　統	3	6,492.1	2,164.03	40.97**
年　次	7	69.2	9.9	0.19
誤　差	11	581.0	52.8	

のものから列記すればA，B，C，D，E，F，Gの順となり，G 100 に対しAは 126.0 の比率を示した。

4. 熟期と収量との関係

系統間における熟期の早晩，収量の比較などについては既に第 3 表および第 4 表に示したがこの両者間の関係を第 6 表の相関係数で示したように期間播種期から倒伏期に至る日数と収量の間に $r=+0.944^{**}$ の相関が認められ，30年 8 月 8 日の倒伏率と収量間に $r=-0.853^{*}$ の相関が求められた。

第 6 表　倒伏状態と収量の相關

相關項目	期　日　別	r	F
倒伏率と収量	28年 8 月24日	−0.702	5
	29年 8 月24日	−0.326	7
	30年 8 月 8 日	−0.853*	5
倒伏期に至る日数と収量	3 年平均の日数	+0.944**	5

5. 不良球並びに貯蔵性の差異

屑球は収穫時における極小球，青立球，畸形および分球開始球などの総称で，腐敗球は *Botrytis Allii*, *Fusarium* sp, *Bacillus aroideae* などに由来すると思われる腐敗球であるが，これらを不良球として系統間の差異を調査した結果は第 7 表のとおりである。昭和28年および30年の結果によればおおむね不良球率に系統間の差異は認められず，ただ29年においては生育期後半における異常気象による熟期遅延，収穫前における腐敗球の発現が顕著に認められ，特にB，F，およびA系統に多く，また翌春までの貯蔵性についてもB，AおよびG系統に腐敗および萠芽による不良球率が高い。要するにB，A系統のごとき晩生系統に不良球の多い傾向が認められた。なお昭和30年度における 8 月 8 日の倒伏率と 9 月 9 日の不良球率との相関は $r=-0.679$（F＝5）であつた。

第 7 表　不良球率ならびに貯蔵性の比較

項目 / 系統別	不良球率 28年収穫時 (屑球＋腐敗球)	29年(収穫時) 屑　球	29年(収穫時) 腐敗球	29年(収穫前)* 腐敗球	29年(収穫前)* 計	30年(収穫時) 屑　球	30年(収穫時) 腐敗球	30年(収穫時) 計	貯蔵性** (腐敗及萠芽球率)
A	11.3	2.4	3.8	14.9	21.1	5.4	6.2	11.6	57.2
B	11.7	4.1	7.6	20.4	32.1	2.3	9.5	11.8	72.3
C	11.8	2.5	1.3	8.9	12.7	2.0	6.9	8.9	46.2
D	10.8	1.7	1.8	8.6	12.1	3.0	6.2	9.2	38.7
E	9.1	2.1	1.8	12.8	16.7	5.4	4.9	10.3	50.5
F	10.1	3.2	2.9	18.1	24.2	7.0	7.1	14.1	40.0
G	11.1	1.4	1.9	12.3	15.6	4.9	4.9	9.8	53.6

* 10月22日まで乾燥，** 昭和29年度成績，30年 4 月14日調査（10月下旬貯藏始を 100 とした指数）。

第 8 表　縦横指数分布の比較

A. 昭和29年度（1954）

分布率 / 系統別	縦横指数（縦径/横径×100） 75以下	75〜80	80〜85	85〜90	90〜95	95〜100	100〜105	105〜110	110〜115	115〜120	120以上	指数平均 29年	30年	平均
A	0.5	2.5	4.5	10.5	11.5	24.0	17.5	12.0	7.5	6.0	3.5	100.8	98.2	99.5
B	1.0	3.5	6.5	11.0	21.5	21.5	13.0	13.0	5.5	2.5	1.0	97.8	95.0	96.4
C	2.0	5.0	6.5	△16.0	13.0	△18.0	17.0	13.5	2.5	2.0	4.5	98.1	88.8	93.5
D	2.5	5.0	13.0	17.0	21.0	14.0	15.0	7.0	3.0	1.5	1.0	94.9	97.2	96.1
E	0.5	3.5	13.0	△16.5	16.0	△21.0	9.5	7.5	7.0	3.5	2.0	96.6	90.3	93.5
F	2.0	3.5	8.5	△17.0	14.0	15.5	△17.0	10.0	4.5	4.5	3.0	98.0	95.6	96.8
G	4.0	4.0	11.5	13.5	23.5	14.5	12.5	10.0	3.5	2.0	1.0	94.9	83.2	89.1

△ 数値が 2 ピークを示した場合。

B．昭和30年度（1955）

分布 / 系統別	縦横指数（縦径/横径×100）											
	65～70	70～75	75～80	80～85	85～90	90～95	95～100	100～105	105～110	110～115	115～120	120～125	平均
A	—	—	3	4	8	21	27	16	10	7	4	—	98.0
B	3	8	19	31	22	12	5	—	—	—	—	—	95.0
C	—	2	9	16	19	31	16	3	2	2	—	—	88.0
D	—	1	15	16	20	26	16	4	2	—	—	—	97.2
E	—	—	5	11	13	30	22	14	4	1	—	—	90.3
F	—	4	1	10	13	17	19	14	14	5	2	1	95.6
G	—	1	4	7	20	20	22	15	6	3	2	—	83.2

6．球形の差異

形は縦径と横径を測定し，その商を 100 倍した縦横指数で比較した。

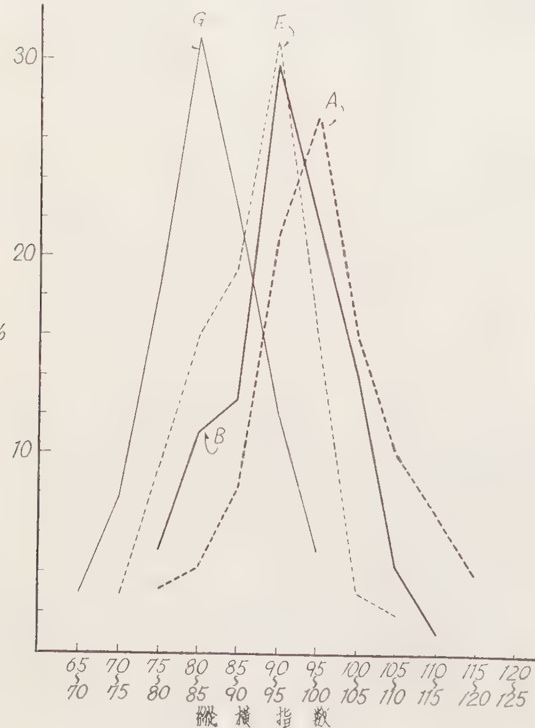
$$縦横指数 = \frac{縦　径}{横　径} \times 100$$

各系統における縦横指数の分布状況は第 8 表（29，30 年成績）ならびに第 1，2 図(30年成績)のとおりであるが，縦横指数は29年度は 94.9～100.8，30年度は 83.2～98.2，平均 89.1 ～ 99.5 の間にありおおむね早生系は指数低く，晩生系は高い傾向が認められる。

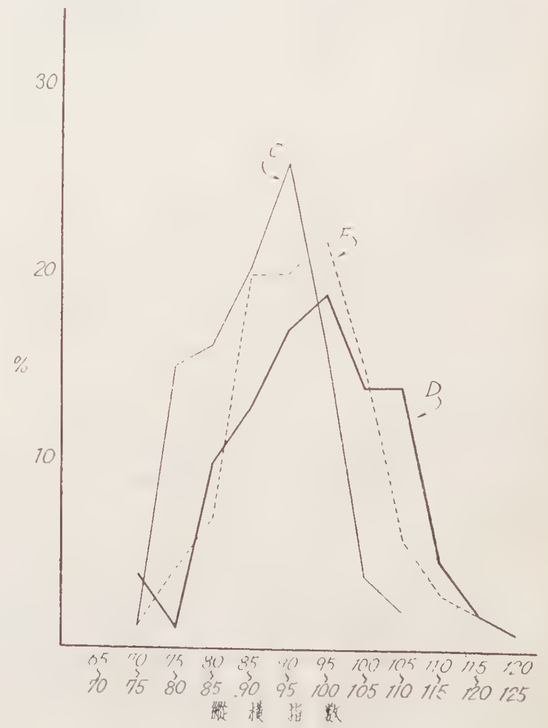
縦横指数の分布は，そのモードがおおむね平均値近くにあるがC，E，F系統はそのピークが二カ所にあり（29年成績），また第1，2図によればC，D，F系統は他に比

第 9 表　球形（縦横指数）と熟期との相關

相關項目	期日別	r	F
倒伏率と球形	29年 8 月27日	−0.402	4
	30年 8 月 8 日	−0.773*	5
倒伏期迄の日数と球形	29年	+0.560	4
	30年	+0.891**	5



第 1 図　縦横指数分布（その 1）30年度



第 2 図　縦 横 指 数（その 2）30年度

し指数分布の巾が広いことが認められた。

なお縦横指数と熟期との関係を第9表でみると倒伏期迄の日数と指数との間に r ＝＋0.560（29年），r ＝0.891**（30年）の相関が得られた。

7. 熟期と抽苔，開花との関係

系統間における熟期と翌年における採種母球の抽苔、との関係は第10表に示したが，28年度は倒伏率と抽苔率間に r＝＋0.804*，30年度は r＝－0.199 の相関値が得られ年次差が大きい。

第 10 表　　熟期と抽苔，開花との關係

年別	項目＼系統別	A	B	C	D	E	F	G	相關關係 r	相關關係 F
28年度	倒伏率(28年8月24日)	24.5	22.6	39.9	50.9	30.7	50.7	69.5	＋0.804*	5
	抽苔率(29年5月29日)	57.3	57.3	65.9	68.3	56.3	73.6	67.9		
29年度	倒伏率(29年8月27日)	17.5	27.0	54.7	56.5	26.2	60.8	81.5	－0.199	7＋
	抽苔率(30年6月3日)	54.8	61.0	61.1	43.4	59.7	55.1	60.3		

備　考　＋ 2系統の成績は省略

考　　察

玉葱の熟期の比較は，球の肥大期および葉部倒伏期を目標にすることが適当である点は既に報ぜられたが[2), 4), 5), 12), 13)]，「札幌黄」を材料とした本試験においても同様で，特に倒伏期を確定するのが最も容易で且つ信頼度が高いようである。倒伏期において3年間平均，早晩系統間に9.3日の差異の認められ，倒伏速度（倒伏始から揃までの日数で算定）が晩熟系においてやや遅いことは当然と考えられる。

球の肥大開始は株間の差異が著しくこの点は「泉州黄」において指摘されたが，肥大始の判定の困難な点とあわせて肥大期の判定はやや不確実の憾みがあつた。玉葱の肥大，ならびに休眠は日長，温度，更に苗齢など苗の状態もまた密接に影響することが知られているが[1), 2), 3), 4), 5), 7), 13)]，肥大日長 14.25 時間を必要とする[9)] Yellow globe danvers から馴化したという「札幌黄」が春播の場合に，肥大に適する日長を既に相当経過した7月に至り，初めて肥大を開始したことは，温度が日長その他の条件より以上に肥大に影響していることが推察出来る。

系統間において収量差が認められたことは，興味ある点で第2表における生育状況においてもその徴候が認められる。しかして熟期と収量の間に正の相関のある点は作物一般に普偏的な傾向であり，病虫害のごとき障害の軽微な場合は当然である。

玉葱は比較的低温多湿な場合生育が旺盛となり[1), 3)]，反面倒伏，休眠などの熟期の遅延に影響が大で[7)]，本試験においても昭和29年度は青立株や直立枯萎株，また倒伏後の枯萎が不完全な株が見られた。また同年における腐敗球の多発は第7表のとおりであるが，*Bacillus aroideae* あるいは *Botrytis Allii* などの侵入が，特殊環境条件に適合した結果と推察され，晩生に属するBおよびA系統などは高率を示し，安全度が低い。

球形については縦横指数が 29，30 両年平均 89.1 より 99.5 までの差異を示し，晩生系は甲高で早生系はやや平型の傾向を示し，この点泉州黄における球形の差異と同傾向が認められた[1), 2), 3), 4)]。しかして 89.1〜99.5 の数値は指数の高低を問わず，いわゆる地球型と呼称されるに相応している。

しかして形の変異の巾については成績は供用個体数，29年は 200 球，30年は 100 球の結果であるが，系統間に差異があり球型，大きさなどの揃つた系統は指数の分布巾が狭く，A，B，およびGはこの傾向が顕著で，他系統は指数の分布巾が広く，時に二頂曲線的傾向の系統も見受けられた。これは供用個体数を増加すれば更に判然とするとは思うが，一応本試験の範囲内では，これらは球型の揃，熟期の不同などをあわせれば，比較的雑駁でやや純度の低い系統と推察される。

本報における熟期は倒伏を目安としたものであるが，以上の系統間差異と翌年における抽苔，開花との間には28年度は有意性が認められ，29年度は認められなかつた。これは29年度においては肥大ならびに倒伏期に影響した特異な気候条件によると考えられるが，生長相からみれば栄養生長期に当る夏期に，長日，高温度条件により誘起された肥大，ならびに倒伏現象と，貯蔵期中に花房分化の徴候で始つた生殖生長期における花房抽出との関係については，なお複雑な要因が作用しているものと考えられる[9), 10), 12)]。

以上を要するに従来「札幌黄」の分系としては，球重を主眼に選抜した俵型の「北海黄」[1)]がわずかに知られている程度であつたが，上述のようになお系統中には優良な特性を有し，且つ相当純度の高いものの存在が確認され，将

来耕種ならびに育種材料の選択などに当り[6,8]，この点に留意の必要があ。

摘　　　要

1.　「札幌黄」は主として自家採種により採種が行われ，系統の変異が予想されたので，数系統を蒐集して昭和28〜30年にわたり比較調査を行つた。

2.　系統間では熟期，収量に変更性が認められ，倒伏期は早晩に約 9 日の差異が見られた。播種期から倒伏期に至る日数と収量間に r＝+0.944** の相関があつた。

3.　晩生系は多収であるが，青立株や腐敗球の発生が多い様で，この傾向は低温多湿の昭和29年に顕著であつた。

4.　球の縦横指数は昭和29年度は 94.9〜100.8，同30年度は 83.2〜98.2，平均 89.1〜99.5 の範囲にあり，早生に平型，晩生系は長型となり，縦横指数と倒伏期に至る日数の間に r＝+0.560（29年），r＝+0.891**（30年）の相関があつた。

5.　熟期と翌年における母球抽苔との関係は判然としない点があつた。

稿を終るに際し，格別の指導を戴いた吉野至徳前部長宮下撥一室長に深謝し，援助を得た早瀬広司技官，横山長志郎技師，ならびに協力を得た堀井保，戸田貢の諸氏に感謝する。

参　考　文　献

1)　阿部定夫・山木正五・秋谷良三・門田寅太郎（1952）玉葱の品種　蔬菜品種解説：240〜246.

2)　青葉高（1955）玉葱の肥大及び休眠に關する研究（第 2 報）玉葱球の構成並びに肥大過程に就いて 園芸学会雑誌，23：249〜258

3)　濱島直己（1953）玉葱品種の早晩性について　園芸学会雑誌，22：33〜40.

4)　幾竹正実・鈴木一平（1953）泉州葱頭の系統比較試験　園芸学会雑誌，20：110〜114.

5)　今津正・他八氏（1956）玉葱品種の生態分化に關する研究　文部省科学試験研究報告　No.17：16〜32

6)　Jones, H.A. and S.L. Emsweller (1933) Method of breeding onions. Hilgardia 7 : 625〜642.

7)　———, C.E. Poll and S.L. Emsweller (1936) Bolting habit in the onion. (Abst.) Proc. Amer. Soc. Scien. 33 : 490.

8)　熊沢三郎（1935）葱頭の内婚問題〔1〕，〔2〕，農業及園芸　10：1845〜1852，2067〜2073.

9)　Magruder, R. and H.A. Allard (1937) Bulb formation in some American and European varieties of onions as affected by length of day. Jour. Agr. Res. 24 : 719〜752.

10)　Roberts, R.H. and B.E. Struckmeyer (1951) Observation on the flowering of onion. Proc. Amer. Soc. Hort. Scien. 58 : 213〜216.

11)　式地俊村・木下貞治（1936）葱頭収穫時期の早晩と収量，球形，貯藏力との關係　園芸の研究．32：171〜183

12)　Thompson, H.C. and O. Smith (1939) Temperature and photoperiod on seeding and bulbing in the onion. Proc. Amer. Soc. Hort. Scien. 36 : 559.

13)　上岡誉高・西田豊行（1951）玉葱生育の品種間差違に關する調査（球の肥大生長と日長及温度との關係）農業及園芸　26（9）：989.

14)　Wright, R.C., J.I. Lauritzen and T.M. Whiteman (1935) Influence of storage temperature and humidity on keeping qualities of onions and onion sets. U.S. Dept. of Agr. Technical Bull. No.475 : 1〜37.

Résumé

The experiments described in this paper were carried out during the period 1953 to 1955, to compare the differences between the various strains which have been individually developed by mass-selection out of "Sapporo-ki" variety of onions. The results are summarized as follows:

1. Significant differences between the strains were recognized in time of maturity as well as in yields; the coefficient of correlation between maturity (days from sowing to tops down) and yields was the high significant value of +0.944**(F=5).

2. Late strains had probably had good harvest, but they were apt to have bad quality of bulbs during harvesting, curing and storage period, espe cally in 1954, when cool and rainy weather prevailed.

3. The shape of bulbs was compared by bulb index (length of bulb/width of bulb×100); average values of index between the strains were from 89.1 to 99.5.

Coefficients of correlation between maturity and shape (bulp index) showed +0.560 (F=4, 1954) and +0.891** (F=5, 1955); early strains were flatter than late strains.

4. In was very intresting that considering of bulb index, strains A, B and G appeared to be the comparatively more uniform or purer than other strains.

Relation between maturty and bolting time was not evident.

除草剤による亜麻作雑草防除

I. 2,4—D 及び MCPA の効果

升尾洋一郎*　村上準市*

WEED CONTROL IN FIBRE FLAX BY HERBICIDES

1. THE EFFECTS OF 2,4—D AND MCPA

By Yoichiro MASUO and Junichi MURAKAMI

緒　　言

繊維用亜麻栽培は茎の細度を均一に保つため，散播あるいはこれに近い密条播が行われているが，このため亜麻作の機械除草は不可能であつて非能率な手取除草を行つて来た。亜麻は個体の生育量が少ないので雑草との競合に弱く容易に雑草に抑圧され，いわゆる毛亜麻となつて品質収量を低下することは周知のことである。近年の選択的除草剤の発達に伴い亜麻作に対する除草剤利用の関心が高まつて来ている。

BLACKMAN, HOLLEY および COX (1951) は多くの銅塩類，DNOC，2,4—D および MCPA を用い処理期および用量が亜麻茎および繊維収量に密接な関係があり，MCPAおよび DNOC を亜麻作に適合した除草剤であるとしている。しかし FRIEDERICH (1951) のオランダ亜麻研究所報告によると2,4—D，MCPAなどのホルモン性除草剤は茎収量および繊維に悪影響があるとして，DNBP およびDNOC を推奨している。また TANDON (1949)は，2,4-Dのソーダ塩，アミン塩およびエステルの三型中ソーダ塩が最も亜麻に対する減収および外形的異常が少ないと報告した。

北海道の亜麻に対する除草剤の試験研究は1949年横山および筆者の一人升尾がそれぞれに 2,4—Dを用いて行い模索的な試験であるが前者は薬量および処理期によつて実質的薬害を少なくし除草効果を高めうるとしているが，後者は屈曲茎の発生，屈曲部切断および繊維歩留の低下から否定的な結果を得ている。

この報告はその後1954年および1955年に 2,4—D およびMCPA の処理期，用量を明らかにするために行つた試験結果を取まとめたものである

* 作物部　亜麻研究室

試　験　方　法

試験 I　1954年，2,4—D および MCPA の処理期と亜麻生育収量に対する影響および除草効果を明らかにするため次の処理区を分割区試験法3反覆で行つた。

大試験区＝処理期について。亜麻草丈 5，10，15および20 cm の4期処理を6月8日，同17日，同19日および22日に行つた、

小試験区＝除草法について。2,4—D，MCPA 1/10ha当酸量当 32 g および 40 g と手取除草の5区を設けた。

1区面積 16m²，供試品種「サギノー1号」，播種期4月28日，施肥量 1/10 ha 当硫酸アンモニア 7.5 kg，過燐酸石灰 30 kg，魚粕 15 kg，収穫期7月31日および8月1日，耕種法は赤クロバー種子を 1/10 ha 当 900 g を混播する以外，標準耕種法によつた。

試験 II　1955年，試験区の配置などは前項Iと同様で，大試験区を 20 cm 期を除く3処理期とし，小試験区はMCPA の酸量を 20，30，40，50，60g および手取除草の6区とした。

除草剤はすべて 1/10 ha 当 90ℓ の清水に溶解して処理区全面に噴霧処理した。両年共各ブロツクに無除草区を参考区として設けたが，統計上の計算からは除外した。

試験は北海道農業試験場の pH 5.8 および 5.9 を示す埴壌土（沖積）の圃場で行われた。1954年の気温は生育全期にわたり低温に経過し，1955年は生育前期に低温，後期に高温であつた。両年共生育中期以後旱魃に会い草丈は低く生育は不良であつた。1954年の 15cm 期処理は処理4時間後に降雨があり，除草剤の流失が多かつたと考えられる。

収穫茎は帝国製麻株式会社琴似工場において浸水および製線を行い繊維歩留を算出し，繊維品質は同社の繊維等級に従つて判定を受けた。

1)　亜麻生育におよぼす影響

試験Ⅰの収穫期草丈は2,4―D，MCPA 処理区および手取除草でそれぞれ74.0，72.8 および 75.0cmとなり MCPA 処理区がやや劣るが，処理期別に見ると 5 cm 期処理では MCPA が最高の草丈を示し，優劣関係は必ずしも一定でなく除草剤間に有意差はなかつた。両剤の処理期別平均草丈は 5 cm 処理期で 76.3 cm を示し，10，15，20 cm 期処理の 72.7，73.2，71.2 cm にまさり早期処理の草丈抑制が少ないことを示すが，この傾向は試験Ⅱにおいても同様で，第 1 表のように草丈，有効茎長，分枝数，茎の大さ共に 5 cm 期処理が他の処理期にまさつていた。

第 1 表　MCPA 酸量，処理期と亜麻収穫茎主要形質（1955）

処理期	酸量 ＼ 形質	草丈（全長）	茎長	分枝数	蒴数	茎の太さ
		cm	cm	本	個	mm
5 cm 期	MCPA 20g	78.6	72.7	1.7	2.8	1.17
	30	79.4	72.6	1.9	2.3	1.17
	40	73.8	68.2	1.7	2.0	1.11
	50	77.5	70.0	2.0	2.8	1.22
	60	72.9	67.9	1.2	1.8	1.07
	平均	76.4	71.3	1.7	2.3	1.15
	手取除草	79.8	73.7	1.6	2.2	1.18
10 cm 期	MCPA 20g	73.7	68.2	1.4	2.1	1.12
	30	73.0	67.2	1.3	3.0	1.09
	40	74.8	67.2	2.0	2.8	1.17
	50	75.2	69.7	1.3	1.9	1.09
	60	73.7	68.9	1.2	2.3	1.03
	平均	74.1	68.2	1.4	2.4	1.10
	手取除草	77.6	71.5	1.6	2.1	1.13
15 cm 期	MCPA 20g	78.8	72.6	1.7	2.2	1.13
	30	76.0	70.2	1.5	2.2	1.17
	40	76.2	67.8	1.3	2.0	1.08
	50	77.2	71.5	1.5	2.1	1.12
	60	68.2	64.4	0.8	1.9	0.97
	平均	75.3	68.3	1.4	2.1	1.09
	手取除草	79.6	72.9	1.7	2.2	1.19

註）3区60個体平均。

2,4―DおよびMCPAの処理区はいずれも処理後５，６時間で茎に屈曲が現われ，逆U字型を呈し，３日前後で最も著しく，以後生長点をもたげＳ字を引伸した型で漸次直線に回復した。試験Ⅰの収穫期まで残存する屈曲は第２表に示すとおりで，これによると処理期が遅延するに従い屈曲程度とその発現率が増大するのが明らかである。また処理当時の観察によると同一処理期でも生育の進んだ個体の屈曲が著しかつた。試験Ⅱの場合も前述の傾向があつたが，この年の屈曲程度は総体に少なく，最終処理の 15cm 期にわずかな屈曲が認められるのみであつた。これからみると同一時期の処理でも屈曲の年次差が著しいことが明らかで，その発現は苗令の他に温度，水分，土地の肥瘠などの環境条件が関与するものと考えられる。

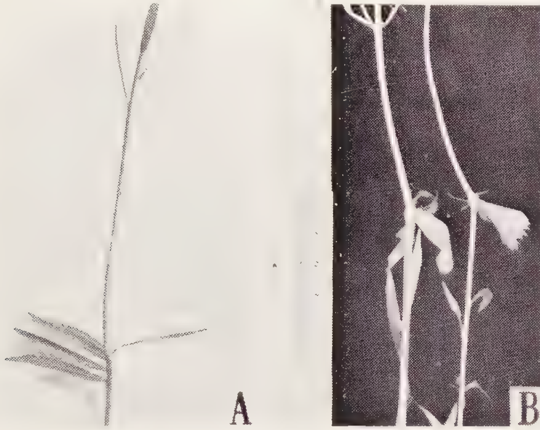
第 2 表　2,4―DとＭＣＰＡの処理期と屈曲程度

除草剤 ＼ 程度 ＼ 処理期	5 cm 期 正常	5 cm 期 屈曲	5 cm 期 屈曲甚	10 cm 期 正常	10 cm 期 屈曲	10 cm 期 屈曲甚	15 cm 期 正常	15 cm 期 屈曲	15 cm 期 屈曲甚	20 cm 期 正常	20 cm 期 屈曲	20 cm 期 屈曲甚
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
2，4―D 32g	73.9	26.1	0	93.8	2.8	3.3	83.3	13.3	3.4	59.2	39.1	1.7
2，4―D 40	87.3	12.7	0	90.3	6.2	3.5	79.7	8.9	11.4	71.1	9.6	19.3
MCPA 32	78.5	21.5	0	84.7	11.2	4.5	68.7	25.8	5.6	38.6	46.7	14.7
MCPA 04	90.1	7.9	2.1	83.3	16.3	0.3	56.0	28.4	15.6	25.4	48.8	25.8
平均	82.5	17.0	0.5	88.0	9.1	2.8	71.9	19.1	9.0	48.6	36.1	15.4

註）調査は各区 30cm²　2 カ所，1 カ所の調査個体数は 96～174本，平均 128本。

2,4―D の処理による癒合葉の出現は，Tandon（1949），横山（1949）の報告にもあるが，この試験においても第１図―A，Bのような癒合葉と並列葉がみられた，これらの奇形葉附着点の上部２～５葉に相当する部分は葉の着生がなく，当然別個に発生すべき葉が癒合あるいは葉序の混乱によつて並生したものと考えられる。また癒合葉の附着点に結節を有する個体があり，その出現率は特に調査しなかつたが，癒合葉標本として採つた 2,4―D 40g 処理区の50本中６本の結節個体があつた。これらの標本は比較的癒合程度の強い個体を取つたので結節個体が多かつたとも考えられる。強度の癒合葉は茎と連絡する維管束が多くなり，この部分が特に肥大して結節をなすもののようで，この

部分を検鏡すると第2図 -Bのごとく，癒合葉に連絡する繊維束とこれを囲む膨化した柔細胞によつて繊維束の配列が中断され，且つ繊維細胞の大きさが著しく不揃いであることが観察される。これらの奇形葉と結節は 2·4—Dの5 cm 期処理にのみ見られ，他の処理期とＭＣＰＡ処理区には見出せなかつた。

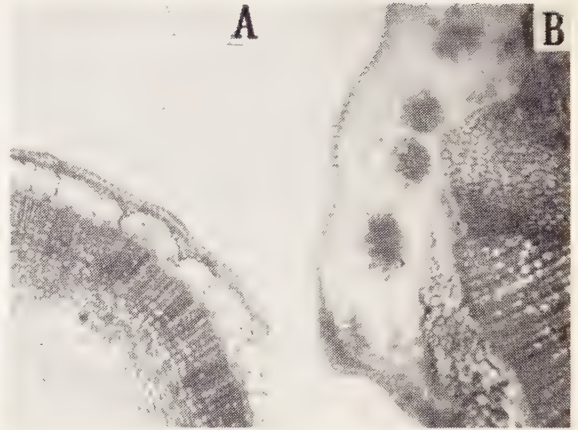


A：並列葉　　B：癒合葉

第 1 図　2,4—D処理による麻亞奇形葉

2) 亜麻收量におよぼす影響

試験Ｉの結果によると 2,4—D およびＭＣＰＡ処理間の茎収量に統計的有意差はないが共に手取除草に劣つた。また除草法と処理期に有意な交互作用が認められた。即ち除草剤と手取除草は処理期による茎収量の増減の傾向を異にし，第3表—Aに見るように除草剤は5 cm期処理が最多収で，これ以後の処理は減収を示し，一方手取除草は10cm期を頂点とし，これから除草期が前後すると減収



A：無処理正常茎　　B：2,4—D処理による結節茎

第 2 図　茎の横断面

する傾向がみられた。

ＭＣＰＡ酸量 20g〜60g について行つた試験Ⅱにおいては5 cm対 10 cm および 15cm 処理期に有意差があり特に 15cm との間の差は顕著であり，第3表—Bおよび第3図に示すように処理期遅延による減収が明瞭に認められる。この場合各ＭＣＰＡ酸量間には有意差はないが，酸量 30〜50g 間の茎收量が酸量 20g および 60g よりやや多収であつた。また子実収量は処理期について上述の茎收量と同様の傾向があるが，酸量については茎収量より差が明瞭で 50g は 40g 以外の酸量に有意差を示し，なかんずく 60g および20g に対する差は顕著であつた。

以上の結果から見ると亜麻茎および子実収量に対しては5 cm 期が最適処理で，その酸量は 30〜50g が妥当と考えられる。

第 3 表—A　2,4—DとＭＣＰＡの酸量，処理期と亞麻茎及び子実収量 (1954)

除草剤 ＼ 処理期 ＼ 収量		茎 (kg)									子実 (kg)								
		5 cm		10cm		15cm		20cm		平均	5 cm		10 cm		15 cm		20 cm		平均
		1/10 ha	100分比	1/10 ha	100分比	1/10 ha	100分比	1/10 ha	100分比		1/10 ha	100分比	1/10 ha	100分比	1/10 ha	100分比	1/10 ha	100分比	
2,4—D	32g	220	103	166	78	187	87	179	84	188	34.6	97	27.2	76	25.9	73	26.9	76	28.7
	40	215	100	190	89	168	79	184	86	189	33.5	94	26.8	75	28.1	79	29.8	84	29.6
MCPA	32	182	85	153	71	191	89	180	84	177	29.3	82	28.3	79	28.7	81	28.5	80	28.7
	40	214	100	181	85	180	84	180	84	189	34.6	97	28.3	79	29.3	82	27.9	78	30.0
除草剤平均		208	97	173	81	182	85	181	85	186	33.0	93	27.7	78	28.0	79	28.3	79	29.3
手取除草		214	100	243	114	240	112	219	102	229	35.6	100	36.9	104	41.4	116	43.8	123	39.4

註)

茎収量
- 除草剤（手取除草を含む）間　L.S.D 5％：15，1％：27
- 同一処理期除草剤間　L.S.D 5％：30，1％：53
- 同一除草剤処理期間　L.S.D 5％：43，1％：76

子実収量　除草剤（手取除草を含む）間　L.S.D 5％：4.3，1％：7.6

第 3 表—B　　MCPA酸量，処理期と亜麻茎及び子実収量（1955）

1/10ha 酸量 ＼ 処理期 ＼ 収量	茎 (kg)							子実 (kg)						
	5cm		10cm		15cm		平均	5cm		10cm		15cm		平均
	1/10 ha	100分比	1/10 ha	100分比	1/10 ha	100分比		1/10 ha	100分比	1/10 ha	100分比	1/10 ha	100分比	
MCPA 20g	317	95	252	76	259	78	276	61.5	95	52.1	80	50.7	78	54.8
MCPA 30	332	100	279	84	265	80	292	62.2	96	55.0	85	55.7	86	57.6
MCPA 40	330	99	295	89	237	71	287	66.7	103	59.1	91	50.0	77	58.6
MCPA 50	343	103	305	92	256	77	301	68.9	106	61.2	94	59.1	91	63.1
MCPA 60	305	92	293	88	232	70	277	61.3	94	58.0	89	47.3	73	55.5
MCPA処理期	326	98	285	86	250	75	287	64.1	99	57.1	88	52.6	81	57.9
手取除草	333	100	329	99	302	91	321	64.9	100	63.9	98	61.3	94	63.4

注）

茎収量
- 除草剤（手取除草を含む）間　L.S.D＜ 5% 28, 1% 38
- 処理期間　L.S.D＜ 5% 28, 1% 46

子実収量
- 除草剤（手取除草を含む）間　L.S.D＜ 5% 5.5, 1% 7.4
- 処理期間　L.S.D＜ 5% 7.4, 1% 12.3

丸印：茎收量，四角：子実收量，三角：雑草重量

第 3 図　MCPA処理期と平均茎及び子実収量及び残草重

3）亜麻繊維歩留におよぼす影響

繊維歩留は亜麻茎の原料価値を左右するのであるが試験Ⅰの結果は第4表A—に示したように 2,4—D，MCPAおよび手取除草の処理期平均歩留は1％以内の少差で，特に除草剤処理による歩留低下はなかつた。しかし奇形葉の多く観察された 5cm 期 2,4—D 40g 処理の歩留は同期のMCPAおよび手取除草より明らかに低かつた。これと同程度の低い歩留が 20cm 期 MCPA および手取除草にも見られるので，歩留の低下をすべて奇形葉と結節に帰するのは妥当でないが，5cm 期の 2,4—Dの歩留低下の原因が奇形葉にあることは前述した内部構造の異常から

第 4 図　赤クロバー正常3出複葉と 2,4—D 処理による5出複葉

第 4 表—A　　2,4—DとMCPAの酸量，処理期と亜麻繊維歩留と品質（1954）

除草剤＼処理期		5 cm 繊維歩留	5 cm 品質	10cm 繊維歩留	10cm 品質	15cm 繊維歩留	15cm 品質	20cm 繊維歩留	20cm 品質	平均 繊維歩留	平均 品質
		%		%		%		%		%	
2,4—D	32g	15.33	F 3	14.63	F 2	15.17	F 2	15.03	F 1	15.04	F 2
	40	13.87	F 2	14.93	F 2	14.60	F 2	15.07	F 1	14.62	F 2
	平均	14.60	F 2〜3	14.78	F 2	14.89	F 2	15.05	F 1	14.83	F 2
MCPA	32	15.57	F 3	14.20	F 1	15.77	F 2	13.43	F 1	14.74	F 2
	40	15.07	F 3	15.33	F 2	15.77	F 2	15.07	F 1	15.31	F 2
	平均	15.32	F 3	14.72	F 1〜2	15.77	F 2	14.25	F 1	15.02	F 2
手取除草		15.37	F 2	14.60	F 2	14.33	F 2	13.77	F 2	14.52	F 2

註）品質のFは数字の大なるものが上位品質である。

第 4 表—B　　MCPAの酸量と処理期と亜麻繊維歩留と品質（1955）

除草剤＼処理期		5 cm 繊維歩留	5 cm 品質	10cm 繊維歩留	10cm 品質	15cm 繊維歩留	15cm 品質	平均 繊維歩留	平均 品質
MCPA	20g	22.00%	2　等	20.89%	2　等	21.69%	2　等	21.52%	2　等
	30	21.67	〃	21.22	2及び3等	20.56	〃	21.15	〃
	40	20.67	〃	21.00	2	18.89	2及び3等	20.17	〃
	50	20.44	〃	21.22	〃	20.22	2	20.63	〃
	60	20.56	〃	21.00	〃	19.45	〃	20.34	〃
MCPA処理平均		21.07	〃	21.07	〃	20.16	〃	21.76	〃
手取除草		21.56	〃	21.56	〃	20.56	〃	20.23	〃

註）品質の等級は少いものが上位品質である。2等は第4表—AのF_4〜F_3，3等はF_2に相當する。

第 5 表—A　亜麻収穫後の残草量（1954）

処理期	除草剤＼雑草名	イヌタデ	ヤチイヌガラシ	その他非禾本科雑草	禾本科雑草	計
5 cm期	2,4-D32g	935g	32g	35g	1g	1,003g
	40	450	70	75	5	600
	平均	692.5	51	55	3	801.5
	MCPA32g	820	10	55	50	935
	40	580	20	20	5	625
	平均	700	15	37.5	27.5	780
	手取除草	170	20	115	5	310
20 cm期	2.4-D32g	410	3	32	10	455
	40	485	0	55	15	555
	平均	447.5	1.5	43.5	12.5	505
	MCPA32g	715	0	40	30	785
	40	400	0	10	10	420
	平均	557.5	0	25	20	602.5
	手取除草	80	110	30	0	220
参考無除草区		398	803	41	60	1,305

註）調査面積　$1m^2$。

も充分考えられる。

試験ⅡのMCPA酸量と歩留の関係は第4表—Bのごとく酸量の少ない区がわずかに高い程度で歩留の差は1％以内の少差であつた。

繊維品質は試験Ⅰの結果からは処理期遅延による品質低下が明らかであるが，品質低下は屈曲と関連するもののようで屈曲の多発した年の品質が低く，試験Ⅱでは各処理共比較的屈曲が少なかつたためか，10，15cm 期処理に一部低品質の繊維が見られるのみであつた。

4）除草効果

試験Ⅰの残草調査は5cm および 20cm の一反覆のみについて行つたが，第5表—Aに示すように 2,4—DおよびMCPAの全残草量はほぼ等しく除草効果に大差はなかつた。両剤の残草量は手取除草に劣るが，参考に設けた無除草区の40〜60％で除草効果は充分認められた。

試験Ⅱは全区の残草量について調査したが第5表—Bおよび第3図に示すようにMCPAの残草量は5cm 処理期が最も少なく処理期の遅延と共に増加し，手取除草とほ

第 5 表—B　亜麻収穫後の残草量 (1955)

区分	雑草名		イヌタデ	オオツメクサ	ヤチイヌガラシ	その他非禾本科	禾本科	合計
5 cm 期	MCPA	20g	393.3g	265.0g	15.3g	310.0g	6.0g	989.6g
		30	360.0	51.7	21.0	130.0	6.3	569.0
		40	471.7	193.3	62.0	141.7	12.3	881.0
		50	330.0	50.0	13.7	81.0	2.0	476.7
		60	316.7	45.7	13.3	113.3	14.0	503.0
		平均	374.3	121.0	25.1	155.2	8.1	683.8
	手取除草		216.7	4.0	79.0	126.7	14.0	440.4
10 cm 期	MCPA	20g	656.7	781.7	131.7	226.7	7.0	1803.8
		30	418.3	826.7	4.3	141.7	2.0	1393.0
		40	355.0	240.0	58.3	135.0	1.7	790.0
		50	321.7	135.0	26.7	80.0	12.3	575.7
		60	451.7	436.7	55.3	145.0	106.7	1195.4
		平均	440.7	484.0	55.3	145.7	25.9	1151.6
	手取除草		118.3	21.0	41.0	71.7	2.3	254.3
15 cm 期	MCPA	20g	330.0	598.3	45.0	205.3	0.3	1,178.9
		30	298.3	241.7	226.0	118.3	1.7	886.0
		40	366.7	1,168.3	68.3	91.7	0.7	1,695.7
		50	333.3	406.7	80.3	210.0	41.8	1,072.1
		60	356.7	1,346.7	4.0	95.0	19.0	1,821.4
		平均	337.0	752.3	84.7	144.1	12.7	1,330.8
	手取除草		89.3	12.3	86.7	91.7	19.3	299.3
参考無除草区			288.0	955.2	92.0	1,854.0	3.2	3,192.4

註）調査面積　9m²。

合計残草重の除草剤（手取除草を含む）間のL.S.D < 5% 376.7, 1% 507.8

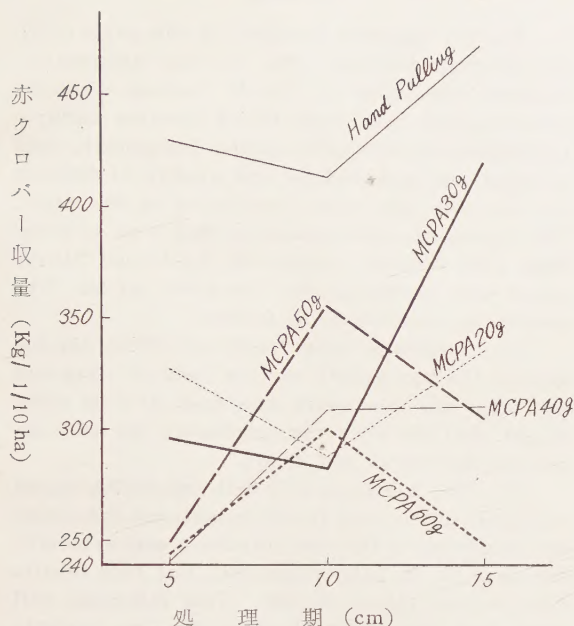
ぼ逆の関係があつた。またMCPAの酸量で50gの残草量が最も少なく30g以外の酸量との間に有意差を示し，除草効果の上から30〜50gの用量が必要と考えられる。優占雑草3種中イヌタデは処理期，酸量を通じ比較的変動がなく外観上の草丈の抑制にとどまり，MCPAの除草効果は低かつた。オオツメクサ，ヤチイヌガラシは処理期が早い場合は抑草効果が高いが，苗令が進むと効果の低下が見られる。またその他のアカザ，スギナ，ナタネ，ハコベ，ナズナなどの非禾本科雑草はハコベを除いてMCPAによりよく殺草され参考区として設けた無除草区の約8%の残草量に過ぎなかつた。

5）混播赤クロバーに対する影響

混播赤クロバーは 2,4—DおよびMCPAの処理によつて茎に屈曲を生じ，2,4—D，5cm期処理では第4図の如き4〜8出複葉となる個体があつたが，MCPA処理区，手取除草にはかかる奇形葉は見られず，亜麻奇形葉と同様 2,4—Dの形成作用がMCPAより著しいことを示した。

亜麻収穫直後の赤クロバー地上部収量は，試験IIによると各MCPA処理区と手取除草との間に顕著な有意差があつた。またMCPA 30gと60g間に有意差があり，MCPAの用量が多すぎる場合は減収の危険があることを示すが処理期に有意差はなく第5図に示すように一定の傾向はなかつた。赤クロバーは宿根性作物であり亜麻収穫直後の収量よりその後の回復が問題となるが，圃場の関係でその

調査が行えなかつた。



第 5 図 MCPA 処理期，酸量と赤クロバー収量

考 察

亜麻生育収量は 2,4―DおよびMCPAの処理期が5～20cmの範囲では，5cm期処理が最も優り，以後処理期の遅れるに従い劣つた。これは処理期がやや異るが BLACKMAN ら（1951）の結果とよく一致するところで，雑草の苗齢が若い程除草剤抵抗性が弱く早期処理の除草効果が高いことと，同時に，対雑草の競合期間を短縮すること，また除草剤による亜麻生育抑制も生育最盛期に消失することなどが総合されて早期処理の効果を高めたと思われる。

2,4―DおよびMCPAは植物合成ホルモンであり植物の生育抑制以外に組織に対し形成的作用を持つが，2,4―D処理による奇形葉の発生は TANDON（1949）の亜麻草丈4～7インチ期処理による報告があり，またその発生原因については横山（1954）は亜麻の延伸生長が緩慢で梢頭の分化が活潑な期間を有効茎部奇形期間と呼び，ホルモン物質の梢頭の移動によつて生長点の分化帯の活動を混乱せしめることによると報告した。その試験の5cm期に限つて発生を見たのはこの処理期が亜麻葉始原の分化期に相当したためと考えられ MCPA に発生を見ない理由としては 2,4―Dより形成的作用が弱いことに起因すると考えられる。この形成的作用の差異は赤クロバーの多出複葉の出現が 2,4―D処理のみで，MCPAに見られないことからもうかがわれる。屈曲茎の出現は両剤共に処理期の遅延に伴い著しくなり，収穫に際して茎の屈曲部から切断し易いことは BLACKMAN ら（1951），升尾（1949）の報ずるとおりであるが，この試験の屈曲の多発した1954年の後期処理の品質低下が明瞭で屈曲が繊維品質を低下せしめるもののようであつた。

処理期と屈曲の関係について BLACKMAN らは草丈12インチ以上の処理で永久性屈曲が著しいとしているが，筆者らの1954年の試験結果からは 15cm 以上即ち6インチ以上で屈曲が著しく，1955年はこの時期でもほとんど屈曲がなかつた。また横山（1953）は施肥量の多少により屈曲の発現に差があると報告しており，亜麻屈曲の発現は環境条件により左右され易いと考えられ，BLACKMAN らとの差異は処理期の気温の差が大きく影響していると考えられる。MCPAの処理により混播赤クロバーは手取除草より減収を示すがこれは収穫直後の地上部重量であり，通例一年休閑される赤クロバーとしてはむしろその後の回復が問題となる。筆者ら（1955）が農家圃場で行つた調査によると亜麻収穫後2カ月で取除草とほぼ等しい程度に回復する結果を得たが赤クロバーが宿根性牧草で回復力の強いことから実害はほとんどないと考えられる。

亜麻に対する除草剤の利用は亜麻茎収量，繊維および除草効果を考慮すると亜麻草丈5cm期におけるMCPAを最適とし，遅くとも10cm期迄に処理を終るべきであるが，その用量は酸量で 30～50g が妥当と考えられる。ただこの場合実用上の欠陥としてMCPAが亜麻作に多発するタデ類（イヌタデ，オオイヌタデ，サナエタデ，タニソバ ソバカヅラ）に対し効果の低い点があるが，今後これらを対象とする除草剤による防除法の検討が行われるべきと考えられる。

要 約

(1) 2,4―D およびMCPAの処理期および用量が亜麻生育収量および繊維におよぼす影響並びにその除草効果を明らかにしようとした。

(2) 亜麻生育，茎および子実収量は5cm期の処理が最も良好且つ多収で，処理期が遅れるに従い生育は不良で減収を示した。用量は酸量としてMCPA 1/10ha当 30～50g の範囲を適当と認めた。

(3) 両剤の処理によつて亜麻茎に屈曲を生ずるが，その程度と発現率は処理期が遅れるに従い著しくなるが，この現象は年次により差異が認められた。

(4) 癒合葉あるいは並列葉に見られる奇形葉は 2,4―D 5cm期処理にのみ見られ他の処理期およびMCPAに見られなかつた。また奇形葉には結節を伴うものがあり，これらの部分は癒合葉と連絡する維管束と膨化した柔細胞からなり，繊維束の排列を中断するのを観察した。

(5) 亜麻繊維歩留は処理との関係が明らかでないが，

繊維品質は処理期が遅れるに従い低下し，特に屈曲の多発した場合の品質低下が著しく，繊維品質と屈曲は関連があると考えられる。

(6) 亜麻収穫後の残草量は処理期の早いほど少なく除草効果の高いことを示すが，イヌタデは処理期の早晩および酸量の多多による変動が少なく抵抗性の強いことを示した。

(7) 混播赤クロバーは手取除草区より減収を示したが酸量および処理期との間に一定の傾向はなかつた。

本稿の終りに当り，ご指導を賜つた前作物部長吉野至徳技官，種々ご示唆をいただいた関東々山農業試験場荒井正雄技官並びに当時帝国製麻研究所々員横山春夫氏に厚くお礼を申上げる。

文　　献

1) 荒井正雄(1954)：田畑の雑草防除と 2,4-D，養賢堂.
2) BLACKMAN, C.E. and K. HOLLY. (1948) : weed control in linseed and flax. Jour. Minist. Agr., Vol. 54, 538.
3) ________, ________ and E. G. COX. (1951) : Studies in selective weed control. IV. The control of weeds in fibre flax. Jour. Agr. Sci., Vol. 41, 322.
4) CROOKS, D. M. (1933) : Histological and regenerative studies on the flax seedling. Bot. Gaz., Vol. 94, 209.
5) FRIEDERICH, Ir. J. C. (1951) : Chemische Onkruidbestrijding in Vezel-en Olievlas. Nederl. Vlasinst. Mede. No. 16, 22.
6) ________________ (1951) : Cultuurproven met Vezelvlas Gedurende de Jaren 1946～1949. Nederl. Vlasinst. Mede. No. 17, 37.
7) 升尾洋一郎・村上準市・山本晃一・渡辺義雄(1955)：亜麻に対する除草剤使用の経営的考察，北農研究抄報第 2 号，98.
8) TANDON, R. K. (1949) : The response of flax to rates and formulations of 2,4-dichlorophenoxyaceticacid. Agr. Jour., Vol. 41, 213.
9) 横山春夫・高橋重固(1950)：亜麻栽培に於ける化学除草剤の除草効果，第 1 報，2,4—D について，帝国製麻研究所時報　創刊号，12.
10) ________, ________ (1952) : ________，第 2 報，2,4—D及びシノックス—W の亜麻に及ぼす薬害について，帝国製麻研究所時報，第 2 号，29.
11) ________, ________ (1954) : ホルモン性除草剤 (2,4—D，MCPA) の採繊用亜麻に及ぼす形成的作用，日・作・紀，第22巻，133.
12) 各種作物に対する 2,4—D の影響調査 (1949)，昭和24年度北農試本支場長会議資料.

Résumé

The investigation described in this paper covered the years 1954 and 1955. It was designed to evaluate the effect of 2,4—D (sodium dichlorophenoxyacetic acid) and MCPA (sodium methylchlorophenoxyacetic acid) on fibre flax growth, yield of straw and seed, content and quality of fibre on the one hand and weed eradication on the other. The treatments were applied on flax 5 cm to 20 cm high with different dosages of 2,4-D and MCPA which were applied in 900 l of water per ha. The results are summarized as follows:

(1) Treatment with 2,4-D and MCPA did not depress the flax growth nor the yield of straw and seed when the treatments were made at 5 cm plant height. But the later the treatments the more depressed the growth and yields.

(2) The treatment of 2,4-D and MCPA caused curvature in the stem. In 1954 experiment the extent and frequency of the stem curvature were evidently increased by the later treatments, but such results were not so evident in 1955. This difference will show that the stem curvature may be variable according to climatic condition and other circumstances.

(3) Abnormality of leaves, such as fused leaf and collateral leaf, was occasionaly accompanied with a knot at their portion of adherence to the straw. According to observation of the cross section, it had well developed vascular bundles which transited from the straw to the fused leaf and swollen parenchyma cells. These vascular bundles and parenchyma cells interrupted the arrangement of fibre bundles.

(4) The quality of fibre was debased by the later treatment of both compounds, and this tendency was especially evident in 1954 experiment but not so in 1955. In the former many more curvatures were observed than in the latter year. Therefore it was suggested that stem curvature will debase the fibre quality.

(5) MCPA was effective on general weed eradication at 5 cm plant height treatment, but resistant weed Polygonum Blumei *Meisn*, with which flax field in Hokkaido is overrun as much as Chenopodium album L. and Commelina communis L., was not killed at any stage and dosage.

(6) The yields of mix planted red clover were depressed by treatments with both compounds, but their yields were no significant differences between treatment stages.

In conclusion the recommended actual application of herbicides for fibre flax will be as follows: Reliable herbicide for fibre flax is MCPA and it must be sprayed within the growth stage of 5 cm to 10 cm plant height with acid dosage 300～500 g per ha.

昭和 34 年 3 月 20 日印刷
昭和 34 年 3 月 25 日発行

北海道農業試験場

岩　橋　周　作
札幌市大通西 9 丁目
岩橋印刷株式会社
札幌市大通西 9 丁目